



**Escola Nacional
de Saúde Pública**

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Universidade Nova de Lisboa

Escola Nacional de Saúde Pública

**Impacto Potencial de um Tributo sobre Bebidas Açucaradas no
Brasil: avaliação sobre a variação do IMC e a incidência de
diabetes tipo 2**

XIV Mestrado em Gestão da Saúde

Gabriela Zatti Corá

Julho 2020



**Escola Nacional
de Saúde Pública**

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Universidade Nova de Lisboa

Escola Nacional de Saúde Pública

**Impacto Potencial de um Tributo sobre Bebidas Açucaradas no
Brasil: avaliação sobre a variação do IMC e a incidência de
diabetes tipo 2**

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão da Saúde, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Joana Alves

Julho 2020

Agradecimentos

A concretização deste trabalho não seria possível sem o contributo de algumas pessoas às quais gostaria de demonstrar o meu sincero agradecimento:

Ao meu companheiro, Gustavo de Quadros, pelo incansável apoio ao longo dessa jornada.

Aos meus pais e irmãos pelo suporte e incentivo para sempre me fazer buscar novas oportunidades;

À Professora Dra. Joana Alves, por toda a paciência e orientação ao longo deste projeto, além de toda a transmissão de conhecimento que me proporcionou;

Aos membros da Escola Nacional de Saúde Pública, por sempre procurar fazer minha jornada neste mestrado mais simples, procurando possibilitar meu trabalho à distância ao longo do último ano;

Aos meus amigos que me acolheram em Portugal, e àqueles que me apoiaram sempre à distância.

A todos,
Muito Obrigada.

Resumo

Introdução: Os tributos sobre bebidas açucaradas vêm sendo frequentemente considerados como uma estratégia de contenção do crescimento da prevalência de obesidade em todo o mundo. No Brasil, uma proposta de lei de 2017 estabelece uma tributação de 20% sobre estas bebidas, mas ainda espera pela aprovação. Assim, este trabalho tem como objetivo estimar o impacto da introdução deste imposto na variação do IMC e da incidência de diabetes tipo 2 na população brasileira adulta.

Metodologia: Este estudo foi realizado da seguinte forma: (i) um sistema de demanda quase ideal foi utilizado para estimar a elasticidade-preço das bebidas açucaradas utilizando a Pesquisa de Orçamento Familiar 2017-2018. (ii) essas elasticidades-preço foram usadas para calcular variações no IMC, por meio de equações do balanço energético e do consumo de SSB (Inquérito de Vigilância de Fatores de Risco 2018). (iii) uma macrossimulação de Markov foi utilizada para estimar o impacto da variação no IMC na incidência de diabetes tipo II.

Resultados: Encontrou-se uma elasticidade-preço de -1,10 para bebidas açucaradas, demonstrando sensibilidade do consumidor à variação de preço. Os cálculos efetuados apontaram para uma redução média do IMC de 1,37 Kg/m² e um potencial de 11.187 anos de vida ganhos em decorrência da redução de diabetes tipo 2 ao longo de um horizonte temporal de 5 anos de tributação no Brasil.

Conclusão: Esse estudo demonstrou que um tributo de 20% sobre bebidas açucaradas teria efeito positivo sobre a saúde da população brasileira. Essa tributação auxiliaria os consumidores a reformular suas escolhas e alocar seu consumo em alternativas mais saudáveis.

Palavras-chave: política de tributação; bebidas açucaradas; combate à obesidade; elasticidade-preço.

Abstract

Introduction: Worldwide, sugar-sweetened beverage (SSB) taxes are increasingly being implemented as a strategy for addressing the rising prevalence of obesity. In Brazil, a law drafted in 2017 proposed a 20% tax on SSB, but it is still waiting for approval. Thus, this study aims to estimate the impact of the introduction of a SSB tax on the variation of BMI and the incidence of type II diabetes in the adult Brazilian population.

Methodology: This study was performed as follows: (i) an Almost Ideal Demand System (AIDS) was used to estimate the price elasticity of sugary drinks using Brazilian Consumer Expenditure Survey, 2017-2018; (ii) these price elasticities were used to compute variations in BMI , through energy balance equations and the consumption of SSB (Risk Factors Surveillance survey 2018); (iii) a Markov macrosimulation was used to estimate the impact of the variation in the BMI on the incidence of type II diabetes.

Results: A price elasticity of -1.10 was found for sugary drinks, demonstrating consumer sensitivity to price variation. The calculations made pointed to an average reduction of the BMI of 1.37 Kg/m² and a potential of 11,187 years of life gained as a result of the reduction of type II diabetes over a time horizon of 5 years of taxation in Brazil.

Conclusion: This study demonstrated that a 20% tax on sugary drinks would have a positive effect on the health of the Brazilian population. This taxation would help consumers to reshape their choices and allocate their consumption to healthier alternatives.

Keywords: Tax policy; sugar sweetened beverages; obesity combat; price-elasticity

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento Teórico: Obesidade, Consumo de Bebidas Açucaradas e Políticas Públicas	3
2.1 Obesidade.....	3
2.1.2 Associação entre Obesidade e Comorbilidades	4
2.1.3 Padrões da Obesidade no Mundo	6
2.1.4 Consequências da Obesidade.....	9
2.1.5 Principais Fatores Relacionados ao Aumento da Obesidade	11
2.2 Bebidas Açucaradas.....	13
2.2.1 Relação entre Consumo de Bebidas Açucaradas e Obesidade.....	13
2.2.2 Fatores de Risco do Consumo de Bebidas Açucaradas	15
2.2.3 Políticas Públicas para Redução do Consumo de Bebidas Açucaradas	17
3. Objetivos e Metodologia.....	35
3.1 Objetivos	35
3.2 Métodos	35
3.2.1 Estimação das Elasticidades-Preço das Bebidas Açucaradas.....	35
3.2.2 Estimação do Impacto do Tributo sobre o IMC e Incidência de Diabetes.....	45
4. Resultados.....	59
4.1 Estimação da Elasticidade-Preço.....	59
4.2 Estimação do Impacto sobre IMC e incidência de Diabetes	63
5. Discussão	75
5.1 Discussão dos Resultados	75
5.2 Limitações do Estudo	81
6. Conclusão.....	83
Referências.....	86
Apêndices	103

Apêndice 1 – Resultados dos Testes Realizados para Elasticidade-Preço da Demanda	103
Apêndice 2 – Resultado da Variação de Incidência, Prevalência e Mortalidade da Diabetes tipo 2 após a Introdução do tributo	104

Lista de Quadros

Quadro 1. Lista de países com adoção de um tributo sobre bebidas açucaradas	28
Quadro 2. Variáveis utilizadas para mensuração de consumo.	48
Quadro 3. Especificação dos refrigerantes e sucos artificiais utilizados como base calórica.	50
Quadro 4. Variáveis utilizadas para mensuração do IMC.	51
Quadro 5. Fontes de dados utilizadas para a estimação no software Dismod II.	56

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Prevalência de obesidade e sobrepeso – população mundial por sexo – 1975 a 2016.....	7
Gráfico 2. Prevalência de obesidade e sobrepeso infantil – população mundial por sexo – 1975 a 2016.....	7
Gráfico 3. Boxplot, por faixa etária, do consumo em litros de bebidas açucaradas para o sexo masculino.....	65
Gráfico 4. Boxplot, por faixa etária, do consumo em litros de bebidas açucaradas para o sexo feminino.....	65
Gráfico 5. Estimativa da variação do consumo anual, em litros por sexo e faixa etária. ..	66
Gráfico 6. Estimativa de variação energética anual, em quilocalorias, por sexo e faixa etária.	67
Gráfico 7. Diagrama de Tornado da análise de sensibilidade.....	73
Gráfico 8. Casos prevenidos de diabetes tipo 2 por faixa etária e sexo em 5 anos de política.	78

Lista de Figuras

Figura 1. Contribuição percentual de cada região para obesidade global.....	8
Figura 2. Esquema da representação da associação entre globalização e obesidade.....	12
Figura 3. Modelo conceitual do impacto da introdução de um tributo sobre a variação de peso e doenças associadas.	32
Figura 4. Lógica da metodologia adotada neste trabalho.	46
Figura 5. Transição entre os estados do modelo.	52
Figura 6. Interações entre os parâmetros da doença e as tábuas de sobrevivência.....	56

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificação do IMC e risco de comorbilidades.	3
Tabela 2. Riscos relativos associados à obesidade.	5
Tabela 3. Riscos relativos da diabetes por 5kg/m ²	58
Tabela 4. Número de registos por região e renda.	59
Tabela 5. Quantidade de registos por grupo de produtos.	60
Tabela 6. Valor despendido e parcela de orçamento consumida em bebidas açucaradas, por grupos.....	61
Tabela 7. Estimativas da elasticidade-preço.....	62
Tabela 8. Estimativas dos coeficientes extraídos do modelo.	63
Tabela 9. Proporção da amostra por sexo e faixa etária.	64
Tabela 10. Média de peso e IMC da população, por sexo e faixa etária.	68
Tabela 11. Variação do peso e IMC, por 1 ano e acumulada em 5 anos, por sexo e faixa etária.	69
Tabela 12. Fração de Impacto Potencial da redução do IMC sobre a incidência de diabetes, por sexo e faixa etária.	70
Tabela 13. Anos de vida ganhos acumulados em 5 anos de política, por sexo e faixa etária.	72

Lista de Abreviaturas

AIDS – *Almost Ideal Demand System* (Sistema de Demanda Quase Ideal)

DALYS – *Disability-adjusted life year* (anos de vida ajustados pela incapacidade)

GBD – *Global Burden of Disease* (Carga Global da Doença)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC – Índice de Massa Corporal

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OMS – Organização Mundial da Saúde

OR – *Odds Ratio* (Razão de Possibilidades)

PIB – Produto Interno Bruto

PIF – *Potential Impact Fraction* (Fração do Impacto Potencial)

POF – Pesquisa do Orçamento Familiar

RR – Risco Relativo

SUS – Sistema Único de Saúde

UPA – Unidades Primárias de Amostragem

VIGITEL – *Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefónico*

1. Introdução

O crescimento da obesidade e sobrepeso em escala global tem se tornado um grave problema de saúde pública. As dietas hipercalóricas e pobres em nutrientes, em conjunto com o baixo gasto energético, provocaram uma verdadeira transformação nutricional no perfil da população (Popkin, 2006). Como resultado, a prevalência de obesidade entre 1975 e 2016 quadruplicou na população masculina (3% para 12%) e tornou-se mais que o dobro na população feminina (de 7% para 16%), totalizando uma população adulta de 671 milhões de obesos em 2016 (NCD Risk Factor Collaboration, 2017).

No Brasil, os dados da Pesquisa de Vigilância de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, realizada em 2018 pelo Ministério da Saúde, relatam um aumento de 67,8% na prevalência da obesidade entre os anos de 2006 e 2018 (Ministério da Saúde, 2019). Como resultado, estima-se que no Brasil, 19,8% da população adulta seja obesa e 55,7% esteja acima do peso.

A preocupação por trás da obesidade e sobrepeso reside na sua associação com o aumento de risco de inúmeras doenças, o que contribui para o declínio da quantidade e da qualidade dos anos de vida (Blüher, 2019). Um estudo realizado pela GBD *Obesity Collaborators* por exemplo, calcula que somente em 2015 foram perdidos 120 milhões de anos de vida ajustados pela incapacidade (DALYS) (The GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017).

Além das perdas em termos de saúde da população, essas condições provocam um aumento dos custos econômicos e sociais para um país. Estima-se que, em 2014, a obesidade trouxe um impacto econômico de US\$ 2 trilhões ou 2,8% de todo o PIB mundial, o equivalente ao impacto com guerras armadas e terrorismo (McKinsey Global Institute, 2014). No Brasil, o estudo de Bahia *et al.* (2012) calcula um custo anual de US\$ 1,1 bilhões associados à obesidade. Diante desse contexto, fundamentou-se uma busca por políticas eficientes para redução do sobrepeso e prevenção das doenças associadas (Cawley *et al.*, 2019). As iniciativas na área são amplas, e envolvem desde programas de educação nutricional nas escolas, até proibição de propagandas e imposição de tributos a determinados alimentos (Cornelsen *et al.*, 2015).

Dentre as opções de política na área, a tributação de bebidas açucaradas tem se tornado uma opção popular entre os formuladores de políticas públicas, uma vez que é de fácil implementação, e que atinge diretamente alimentos pobres em valores nutricionais e hipercalóricos. Apesar de ter sido recentemente implementada em diversos países, a

tributação de bebidas açucaradas continua a ser uma medida de saúde pública polémica. Por um lado, autores argumentam que os seus benefícios são insignificantes, fazendo com que a perda social com a introdução do imposto seja maior do que o ganho em termos de redução do sobrepeso (Edwards, 2011). Por outro, novas evidências empíricas suportam diferenças significativas no consumo (Arantxa Cochoero *et al.*, 2017; Baptista *et al.*, 2018; Cabrera Escobar *et al.*, 2013; Falbe *et al.*, 2016; Teng *et al.*, 2019) após a introdução deste tributo, alegando efeitos progressivos do mesmo.

Em países de renda média-alta e média-baixa, estudos indicam uma queda significativa no consumo. No México, Guerrero-López, Unar-Munguía e Colchero (2017) contabilizam uma queda superior a 6% nas vendas de bebidas açucaradas, enquanto em Barbados, Alvarado *et al.* (2019) calcula um decréscimo de 4,3% no consumo. No Chile, o estudo de Nakamura *et al.* (2018) avalia uma queda superior a 20% nas vendas das bebidas açucaradas na maior faixa de tributação (ou seja, das bebidas com maior quantidade de açúcar).

O grande volume de ingestão de bebidas açucaradas pela população brasileira (Café *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2016), em conjunto com o crescimento da prevalência de obesidade e sobrepeso no país, tornam a tributação de bebidas açucaradas uma política interessante para o Brasil. A proposta de aumento em 20% sobre o imposto em bebidas açucaradas foi submetida à receita federal ainda no ano de 2017, através do Projeto de Lei 8541/17 (Câmara dos Deputados, 2017), mas ainda se encontra em análise.

Este estudo, portanto, tem como objetivo estimar o impacto de uma tributação de 20% sobre bebidas açucaradas na redução do IMC e incidência de diabetes tipo 2 na população adulta brasileira. Para tal, será primeiramente estimada a elasticidade-preço das bebidas açucaradas no Brasil, utilizando os microdados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2017-2018 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019). A partir destas estimativas, será construído um modelo de *Markov* que comporte a variação do consumo, e o seu impacto subsequente na redução do IMC e incidência de diabetes tipo 2.

Este trabalho será dividido em 5 secções. A primeira parte do trabalho engloba o enquadramento teórico por trás da tributação de bebidas açucaradas, sua justificativa e evidências da sua utilização. Em seguida, os objetivos e metodologia do trabalho são apresentados. A terceira secção engloba uma análise descritiva dos resultados deste trabalho. A secção seguinte tem o objetivo desenvolver uma discussão acerca dos resultados, relacionando-os com outras estimativas e procurando entender as limitações do estudo. Por fim, a última secção traz uma breve conclusão sobre o tema e os resultados.

2. Enquadramento Teórico: Obesidade, Consumo de Bebidas Açucaradas e Políticas Públicas

2.1 Obesidade

A obesidade é uma doença crónica caracterizada pelo acúmulo de gordura em níveis excessivos, seja de forma localizada ou em todo o corpo. Ela é uma condição multifatorial, gerada a partir de uma complexa interação genética, socioeconómica e cultural (Apovian, 2016).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a obesidade a partir do Índice de Massa Corporal (IMC), calculado como o rácio entre o peso de um indivíduo e a sua altura elevada ao quadrado. De acordo com a classificação realizada pela organização em 2000, indivíduos com um IMC entre 18 e 25 Kg/m² são considerados dentro do peso, aqueles acima dos 25 Kg/m² são considerados acima do peso, e aqueles cujo IMC é superior a 30 Kg/m² são considerados obesos (World Health Organization., 2000).

Classificação	IMC (kg/m ²)	Risco de Comorbilidades
Abaixo do Peso	< 18,5	Aumento de risco de problemas clínicos
Faixa de Normalidade Sobrepeso	18,5 a 24,9	Médio
	≥ 25,0	
Pré-obesidade	25,0 a 29,9	Aumentado
Obesidade classe 1	30,0 a 34,9	Moderado
Obesidade classe 2	35,0 a 39,9	Severo
Obesidade classe 3	≥ 40,0	Muito Severo

Tabela 1. Classificação do IMC e risco de comorbilidades.
Fonte: James (2004)

No presente estudo será utilizada a classificação da OMS para a definição dos parâmetros de obesidade. Este índice possui inúmeras falhas associadas a indiferenciação entre massa muscular e gordura (Manna e Jain, 2015) e, portanto, não é o índice com maior acurácia para determinação da obesidade. Apesar disso, ele cumpre o seu papel de trazer uma estimativa aproximada da realidade, sendo de fácil mensuração para grandes populações, além de uma excelente ferramenta para estratificação de risco (Carrero e Avesani, 2015).

2.1.2 Associação entre Obesidade e Comorbilidades

É amplamente conhecido que o sobrepeso e a obesidade são fatores de risco para uma série de condições, como diabetes, hipertensão, problemas respiratórios e alguns tipos de cânceros (Bays, Chapman e Grandy, 2007; Gray *et al.*, 2015; Hruby e Hu, 2015; James, 2004; Janssen, Katzmarzyk e Ross, 2002; Manna e Jain, 2015; Rexrode *et al.*, 1998). Dentre todas as comorbilidades associadas, estima-se que as doenças cardíacas sejam a principal causa de morte para pacientes obesos cujo IMC é superior a 40Kg/m² (The GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017).

Uma metanálise realizada por Guh *et al.* (2009) identificou mais de 89 estudos relevantes na área, com uma associação estatisticamente significativa entre sobrepeso e diabetes *mellitus* tipo 2, todos os tipos de câncer exceto do pâncreas, próstata e esôfago (para mulheres), todas as doenças cardiovasculares (exceto insuficiência cardíaca), asma, osteoartrose, dor nas costas crônicas e Doença da Vesícula Biliar. A metanálise ainda identificou uma forte relação entre obesidade definida pelo IMC e a incidência de diabetes tipo 2 no sexo feminino, corroborando com outros estudos prévios na área (Bays, Chapman e Grandy, 2007; Gray *et al.*, 2015).

A Tabela 2 mostra os resultados da metanálise em termos de risco relativo para sobrepeso e obesidade, para cada uma das comorbilidades analisadas. Sobrepeso e obesidade foram definidos pela classificação usual do IMC da OMS. A partir dela, nota-se que a obesidade é um fator de alto risco para inúmeras doenças, em especial para Diabetes tipo 2 (RR 6,74 para homens e 12,41 para mulheres).

Comorbilidade	Sobrepeso		Obesidade	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Diabetes tipo 2	2,40 (2,12 – 2,72)	3,92 (3,10– 4,97)	6,74 (5,55-8,19)	12,41 (9,03-17,06)
Mama, pós menopausa.	-	1,08 (1,03 -1,14)	-	1,13 (1,05 – 1,22)
Colorretal	1,51 (1,37 – 1,67)	1,45 (1,30 -1,62)	1,95 (1,52 -2,39)	1,66 (1,52 – 1,81)
Endometrial	-	1,53 (1,45 – 1,61)	-	3,22 (2,91-3,56)
Esófago	1,13 (1,02-1,26)	1,15 (0,97-1,36)	1,21 (0,97-1,52)	1,20 (0,95-1,53)
Rim	1,40 (1,31-1,49)	1,82 (1,68-1,98)	1,82 (1,61-2,05)	2,64 (2,39-2,90)
Pâncreas	1,28 (0,94-1,75)	1,24 (0,98-1,56)	2,29 (1,65-3,19)	1,60 (1,17-2,20)
Ovários	-	1,18 (1,12 -1,23)	-	1,28 (1,20-1,36)
Próstata	1,14 (1,00 -1,31)	-	1,05 (0,85-1,30)	-
Hipertensão	1,28 (1,10-1,50)	1,65 (1,24 -2,19)	1,84 (1,51-2,24)	2,42 (1,59 – 3,67)
Doença Coronária	1,29 (1,18 -1,41)	1,80 (1,64 -1,98)	1,72 (1,51-1,96)	3,10 (2,81-3,43)
Insuficiência Cardíaca	1,31 (0,96 -1,79)	1,27 (0,68 -2,37)	1,79 (1,24-2,59)	1,78 (1,07 -2,95)
Embolia Pulmonar	1,91(1,39 – 2,64)	1,91 (1,39- 2,64)	3,51(2,61-4,73)	3,51(2,61-4,73)
AVC	1,23(1,13-1,34)	1,15(1,00-1,32)	1,51(1,33-1,72)	1,49(1,27-1,74)
Asma	1,20(1,08-1,33)	1,25(1,05-1,49)	1,43(1,14-1,79)	1,78(1,36-2,32)
Doença da Vesícula Biliar	1,09 (0,87-1,37)	1,44(1,05-1,98)	1,43(1,04-1,96)	2,32(1,17-4,57)
Osteoartrose	2,76(2,05-3,70)	1,80(1,75-1,85)	4,20(2,76-6,41)	1,96(1,88-2,04)
Dor nas costas crônica	1,59(1,34-1,89)	1,59(1,34-1,89)	2,81(2,27-3,48)	2,81(2,27-3,48)

Tabela 2. Riscos relativos associados à obesidade.

Fonte: Guh *et al.*, 2009

Outras comorbilidades, como transtornos de ansiedade e depressivos, também possuem associação com o excesso de peso. Uma revisão sistemática conduzida por Rajan e Menon (2017) analisou 21 publicações, dos quais 15 estudavam a associação entre obesidade e depressão, 4 entre obesidade e ansiedade, e outras duas que estudavam a associação

entre obesidade e transtornos alimentares, de personalidade, deficit de atenção e uso de álcool.

Como resultado, os autores concluem que há um forte nível de evidência da associação entre obesidade e depressão, em uma relação de duas vias. Por um lado, aumentam-se as chances de desenvolver depressão em função da obesidade (OR 1,21 – 5,8), por outro, o risco de se tornar obeso em função da depressão também é maior (OR 1,18 – 3,76). Para transtornos de ansiedade, a obesidade também é um fator de risco significativo (OR 1,27 – 1,40). Com relação aos transtornos de personalidade, o estudo encontrou um maior risco de desenvolver a doença em pessoas obesas (OR 1,2 – 1,95). As demais comorbidades foram consideradas pelos autores sem nível suficiente de evidência para associação (Rajan e Menon, 2017).

2.1.3 Padrões da Obesidade no Mundo

A prevalência de excesso de peso e doenças associadas tem crescido de forma abrupta nas últimas décadas. Dados do *NCD Risk Factor Collaboration* (2017) apontam que, entre 1975 e 2016, a prevalência de sobrepeso cresceu de 21% em homens e 24% em mulheres para aproximadamente 40% em ambos os sexos. Enquanto isso, a presença da obesidade quadruplicou na população do sexo masculino (de 3% para 12%) e se tornou mais do que o dobro para a população feminina (de 7% para 16%).

Como resultado, e levando em consideração o crescimento da população mundial, o número de adultos obesos passou de 100 para 671 milhões. Com relação ao sobrepeso, em 2016 aproximadamente 2 bilhões de adultos e 340 milhões de crianças e adolescentes (de 5 a 19 anos) estavam acima do peso (Sung *et al.*, 2018). Os Gráficos abaixo mostram o padrão de crescimento da obesidade e sobrepeso em nível mundial entre 1975 e 2016, para adultos e crianças, respectivamente.

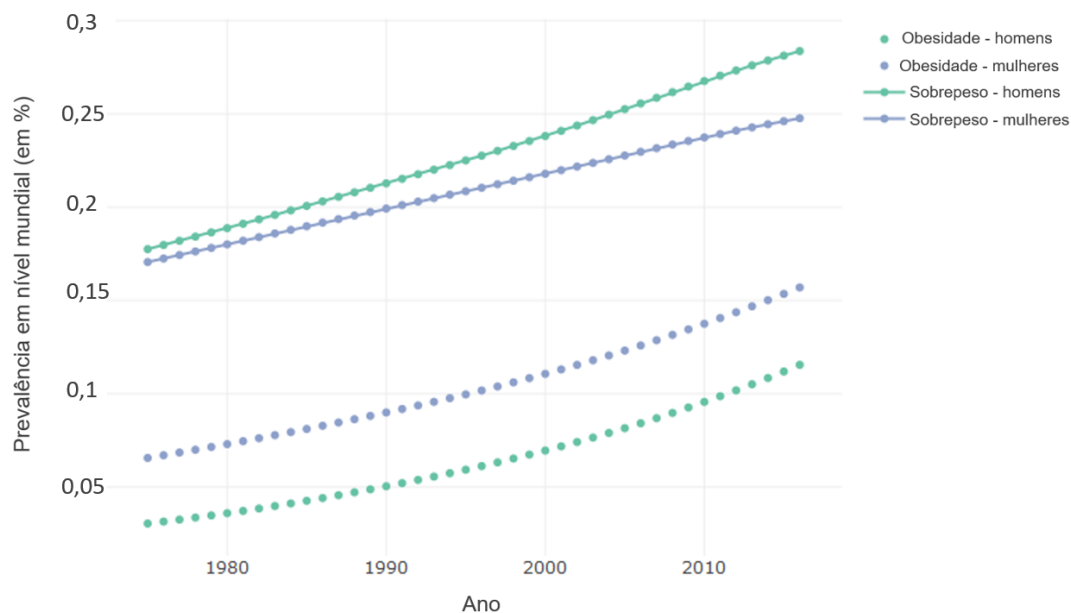


Gráfico 1. Prevalência de obesidade e sobrepeso – população mundial por sexo – 1975 a 2016.
Fonte: Elaboração própria com dados de NCD Risk Fator Collaboration (2017)

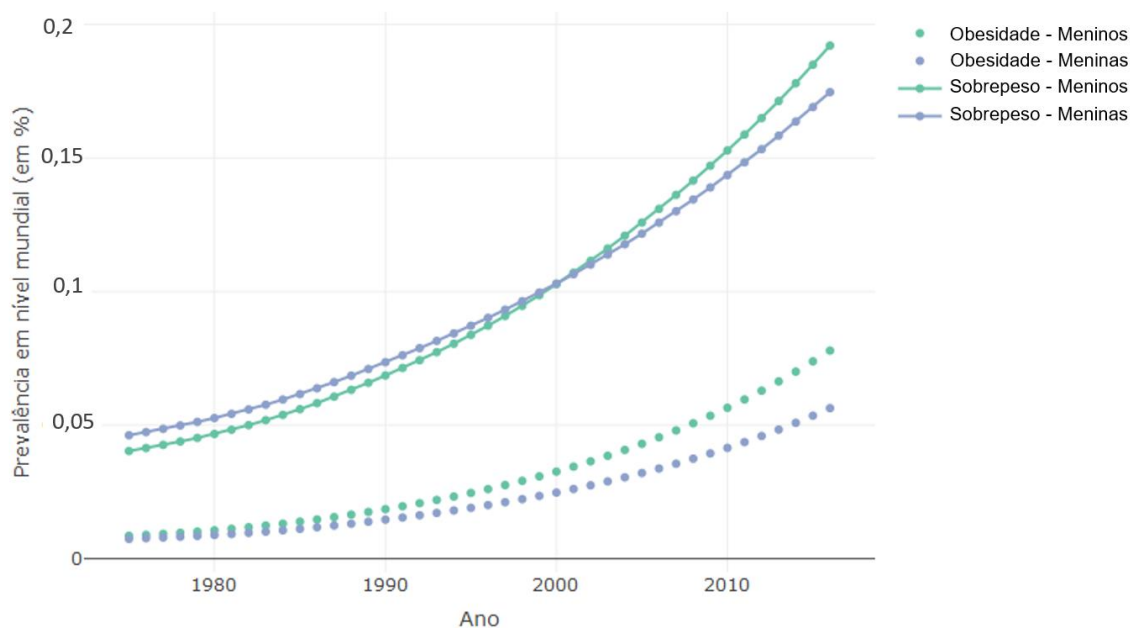


Gráfico 2. Prevalência de obesidade e sobrepeso infantil – população mundial por sexo – 1975 a 2016.
Fonte: elaboração própria com dados NCD Risk Fator Collaboration (2017).

Inicialmente um padrão apenas de países desenvolvidos, a obesidade se alastrou a nível global e passou a atingir muitos países de baixa e média renda. Entre 1995 e 2016, os

maiores aumentos absolutos da população obesa ocorreram entre homens de países ocidentais de alta renda (9% para 30%) e entre mulheres do Oriente Médio e Norte da África (12% para 35%). Os maiores crescimentos relativos, por sua vez, se deram em regiões que são, historicamente, de baixo risco, como países do Sudeste Asiático (0,3% para 6%) e da África Subsaariana (0,5% para 5%) (Sung *et al.*, 2018).

A Figura 1 mostra a contribuição para a obesidade global de cada região em 1975 e 2016. O crescimento mais notável se dá no Leste e Sudeste asiático, que em 1975 contribuíam com 3% da obesidade global em homens e mulheres, e passaram a contribuir com 15% e 17%, respetivamente, no ano de 2016. Os aumentos também foram substanciais no Sul da África (de 1% para 6% em homens e 2% para 8% em mulheres) e África Subsaariana (de 1% para 4% em homens e 3% para 8% em mulheres). Apesar do crescimento massivo em todas as regiões, países desenvolvidos ocidentais continuam a ser os maiores contribuintes para a carga global da obesidade em 2016, tanto entre homens (33%) quanto entre mulheres (26%).

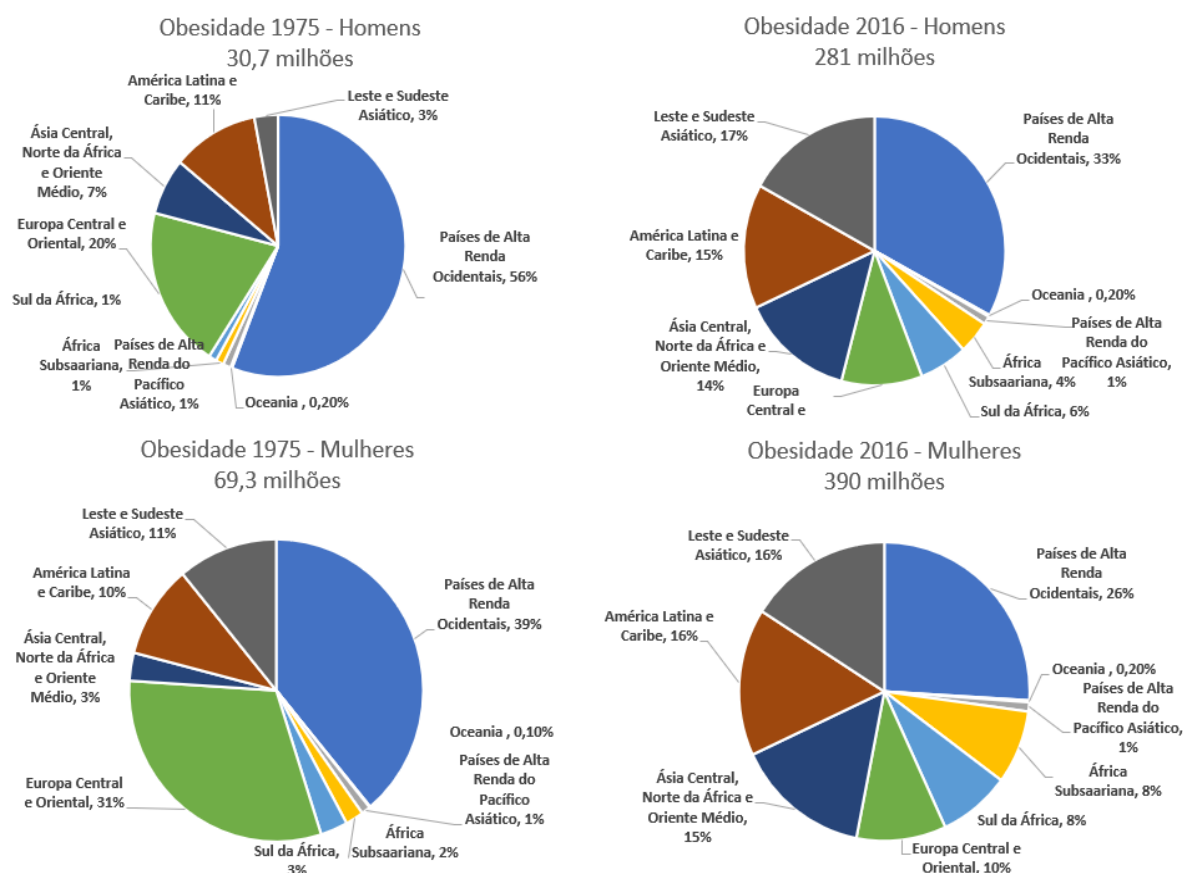


Figura 1. Contribuição percentual de cada região para obesidade global.

Fonte: Elaboração Própria com dados de Sung *et al.* (2018)

No Brasil, o aumento da prevalência da obesidade segue a tendência mundial. De acordo com a Pesquisa de Vigilância de Risco e Proteção para Doenças crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), realizada em 2018 pelo Ministério da Saúde, houve um aumento de 67,8% da prevalência da obesidade entre 2006 e 2018 (de 11,8% da população para 19,8%). Os dados apontam para um maior crescimento entre adultos de 25 a 34 anos (84,2%), seguidos por aqueles na faixa etária entre 35 a 44 anos (81,1%) (Ministério da Saúde, 2019).

A pesquisa também apontou para um considerável aumento no excesso de peso, relatando que 55,7% da população está acima do peso, um aumento de 30,8% quando comparado ao ano de 2006. Uma vez que a VIGITEL é uma pesquisa realizada via inquérito telefônico, é importante considerar a possível sub notificação de casos de obesidade (Ministério da Saúde, 2019).

2.1.4 Consequências da Obesidade

O aumento crescente da obesidade acaba por provocar uma maior incidência de condições de saúde associadas ao excesso de peso. Dessa forma, elevam-se os custos econômicos e sociais, pressionando sistemas de saúde e causando perdas em qualidade e quantidade de anos de vida (Cornelsen *et al.*, 2015).

Um estudo realizado pela GBD 2015 Obesity Collaborators (2017) calculou que, no ano de 2015, a obesidade reduziu globalmente em 120 milhões os anos de vida ajustados pela incapacidade (DALYS), valor que corresponde à 4,9% das DALYS mundiais entre adultos. O mesmo estudo ainda calculou um total de 4 milhões de mortes em 2015 (o que representa 7,1% de todas as mortes do ano) associadas ao alto IMC, crescimento de 28,3% com relação ao ano de 1990. Dentre as múltiplas comorbidades associadas, as doenças cardiovasculares foram as principais causas de morte (2,7 milhões de óbitos) e de DALYS (66,3 milhões de DALYS), seguido pela diabetes (0,6 milhões de mortes).

Uma estimativa realizada pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) calcula que, nos próximos 30 anos, o sobrepeso irá resultar em um aumento de 462 milhões de novos casos de doenças cardiovasculares e 212 milhões de novos casos de diabetes entre os países participantes da organização. Como resultado, a expectativa média de vida dos indivíduos residentes de países da OCDE será 2,7 anos menor (OECD, 2019).

O aumento das comorbilidades associadas ao alto IMC não traz apenas consequências para a qualidade e quantidade de anos de vida, mas também pressiona os custos de saúde e limita a produtividade, o que provoca grandes impactos económicos. Em 2014, o impacto económico global da obesidade foi estimado em US\$ 2 trilhões ou 2,8% de todo PIB mundial, o equivalente às consequências com guerras armadas e terrorismo (McKinsey Global Institute, 2014). Além disso, uma estimativa da OCDE calcula que os efeitos da obesidade reduzirão, entre 2020 e 2050, em média 3,3% do PIB dos países pertencentes à organização e 3,5% do PIB considerando os países pertencentes ao G20^a (OECD, 2019).

A nível dos sistemas de saúde, a obesidade age como motor de crescimento de gastos no setor. Inúmeros estudos procuram relatar este efeito, ainda que de difícil mensuração. O trabalho de Apovian (2016), por exemplo, demonstra que os custos com cuidados de saúde para um indivíduo obeso aumentam 36% e os custos com medicações são 77% maiores, quando comparado ao gasto de indivíduos com IMC dentro da faixa de normalidade.

Por sua vez, uma revisão sistemática conduzida por Tremmel *et al.* (2017) analisou 33 estudos que reportavam custos diretos e indiretos da obesidade. As estimativas variaram muito de acordo com a metodologia do estudo, itens considerados e país de análise. Na Alemanha, por exemplo, o estudo de Konnopka, Bödemann e König (2011) estimou um custo total de 9.873 milhões de euros no ano de 2002, dos quais 4.854 euros estavam associados a custos diretos e 5.019 euros a custos indiretos da obesidade. No Canadá, sob a ótica da sociedade, os custos estimados para o ano de 2013 foram de 1 bilhão de dólares canadenses.

Nos Estados Unidos, inúmeros estudos procuram reportar o impacto económico da doença. O estudo de Yang e Zhang (2014) estimou, sob a ótica do terceiro pagador, um custo per capita de US\$ 171.482 por vida obesa (dólares de 2012). Em relação à obesidade mórbida, o estudo de Wang mostra que o custo desta condição foi de US\$ 69 bilhões em 2014, analisando sob o ponto de vista dos custos para o sistema de saúde.

Com relação ao cenário brasileiro, o estudo de Tremmel encontrou três artigos. Usando a base de dados do sistema nacional de saúde (DATASUS), Bahia *et al.* (2012) estimou um custo direto médio anual para o Sistema Nacional de Saúde Pública brasileiro (SUS), entre 2008 e 2010 de US\$ 1,1 bilhões de reais. Por sua vez, Oliveira, Santos e Silvada (2015) encontrou um custo de US\$ 269,6 milhões para o ano de 2011 ao utilizar a base de dados

^a G20 é um grupo formado pelos ministros de finanças e chefes dos bancos centrais das 19 maiores economias do mundo mais a União Europeia.

do Ministério da Saúde. Por fim, a microssimulação de Monte Carlo realizada por Rtveladze *et al.* (2013) encontrou um custo de US\$ 5,81 bilhões para o ano de 2010, sob a ótica do SUS. Ainda, o estudo calcula que o custo da obesidade para o sistema público de saúde brasileiro torne-se superior a US\$ 10 bilhões em 2050.

A ampla diferença dos resultados pode estar associada aos dados utilizados para cálculo dos riscos relativos, bem como as diferenças metodológicas. Ao compararmos estes custos, no entanto, deve-se ter em mente que o Sistema Nacional de Saúde brasileiro possui uma ampla demanda não satisfeita de cirurgia bariátrica, o que acaba a subestimar os custos da obesidade (Tremmel *et al.*, 2017).

Para além dos excessos de custos médicos diretos, a obesidade também impõe custos de perda de produtividade, mortalidade e incapacidade permanente, gerando um alto custo indireto desta condição. Um estudo realizado por Neovius *et al.* (2012) na Suécia, procurou avaliar apenas os custos indiretos relacionados a esta condição. Como resultado, os autores encontraram um impacto de perda de produtividade ao longo da vida de mais de 95 mil euros per capita.

Em termos de consequências de longo-prazo, um IMC alto é associado com um maior índice de abstinência escolar ($12,2 \pm 11,7$ dias) em crianças, e um menor nível educacional em adolescentes (Apovian, 2016). Ainda, dados associam o aumento de uma unidade de IMC com a redução de 1,83% da hora salário (Apovian, 2016).

2.1.5 Principais Fatores Relacionados ao Aumento da Obesidade

A associação entre a globalização e a transição nutricional observada atualmente é amplo objetivo de discussão teórica. Embora a globalização tenha provocado inúmeras melhorias na qualidade de vida, segurança alimentar e redução da pobreza (Malik, Willett e Hu, 2012), tem-se clareza de que as transformações nutricionais e alterações no estilo de vida impulsionaram a epidemia global da obesidade (Costa-Font e Mas, 2016; Popkin, 2006). Estas mudanças estão amplamente mediadas por consequências da globalização, como a liberalização global do comércio, aumento da renda per capita e do *status* socioeconômico, bem como aumento da urbanização e difusão tecnológica (Costa-Font e Mas, 2016; Malik, Willett e Hu, 2012; Popkin, Adair e Ng, 2013). A Figura 2 demonstra os principais meios de impacto da globalização sobre o aumento da obesidade.

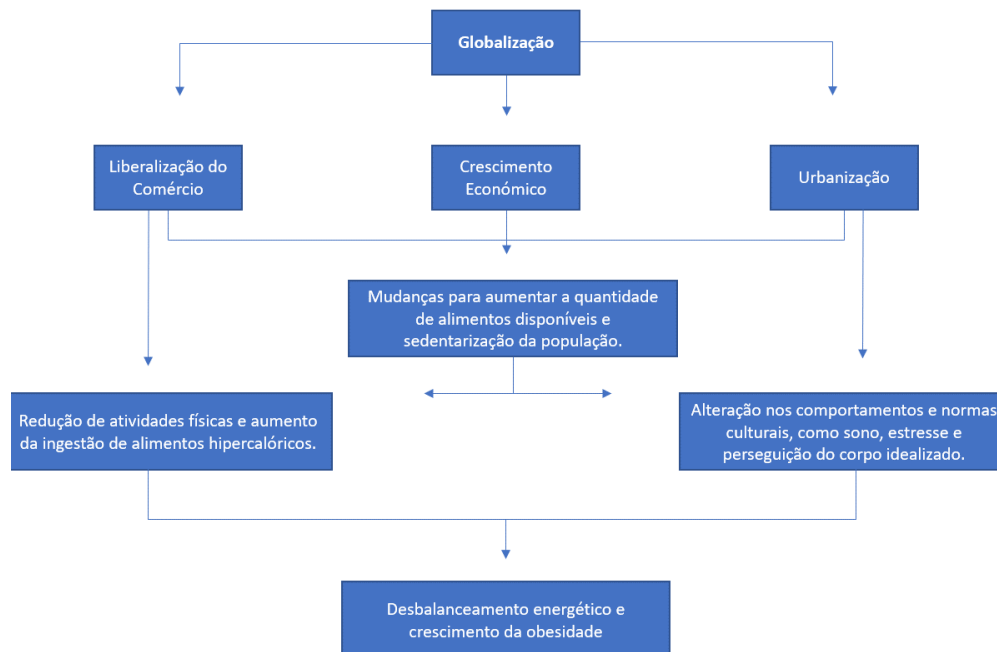


Figura 2. Esquema da representação da associação entre globalização e obesidade.
Fonte: Malik, Willett e Hu (2012).

O primeiro elemento advindo da globalização a ser considerado é a liberalização do comércio. Com a difusão deste processo, a disponibilidade de certos alimentos aumentou, permitindo uma maior quantidade e variedade de comércio de alimentos entre países (Popkin, Adair e Ng, 2013). Para além do comércio internacional, a globalização reduziu barreiras ao investimento externo, permitindo a expansão de cadeias multinacionais de *fast-food*. Dessa forma, este processo acabou por produzir a “ocidentalização” da dieta mundial, bem como implicou no desaparecimento ou redução dos mercados públicos, cuja principal característica é a venda de alimentos frescos (Popkin, 2006).

O crescimento económico observado nas últimas décadas a nível global, em especial em países de média e baixa renda, também está associado a este aumento da obesidade (Costa-Font e Mas, 2016). Uma análise realizada por Ezzati *et al.* (2005) demonstrou que a obesidade aumenta rapidamente com o aumento de renda de um país. Isso ocorre pois, com o aumento da renda per capita, há uma melhoria na qualidade de vida e na disponibilidade de alimentos, mas sem contrapartida inicial de desenvolvimento do sistema de saúde ou do nível educacional da população, gerando aumento de peso da população (Ezzati *et al.*, 2005).

Por fim, a urbanização também trouxe numerosas consequências ao aumento da obesidade, relacionadas a mudança no estilo de vida, ao alcance das opções alimentares disponíveis, e as transformações tecnológicas (Popkin, 2006). Coletivamente, essas mudanças afetam diretamente a qualidade da dieta e o gasto energético. A urbanização generalizada também contribuiu para uma diminuição na disponibilidade de terras agrícolas, deslocando os agricultores para as áreas urbanas em busca de emprego (Popkin, Adair e Ng, 2013). Ambas as mudanças afetam o leque de alimentos disponíveis pelos produtores.

Por outro lado, a urbanização facilita o acesso à educação e aos cuidados de saúde, o que produz efeitos contra o aumento da obesidade. No entanto, o rápido processo de urbanização pelo qual os países de média e baixa renda passam, acabam por conduzir a uma combinação de ingestão calórica aumentada e gasto energético reduzido, sem contrapartida no aumento da educação e dos cuidados de saúde (Malik, Willett e Hu, 2012).

2.2 Bebidas Açucaradas

2.2.1 Relação entre Consumo de Bebidas Açucaradas e Obesidade

A globalização e massificação da venda de alimentos industrializados acabou por alterar os padrões de dieta em níveis globais. Ocorreu assim, o crescimento do uso de óleos vegetais e do consumo de alimentos e bebidas com grande quantidade de açúcar, como refrigerantes, sucos, cafés e chás com adição de açúcar (Popkin e Hawkes, 2016).

Essa evolução acarretou na transformação das fontes de consumo energético e, consequentemente, na composição nutritiva da dieta. Dessa forma, as bebidas açucaradas se tornaram a principal fonte de ingestão de açúcar nos países ocidentais, representando um percentual significativo (por vezes superiores a 20%) do consumo calórico diário da população destes países (Popkin e Hawkes, 2016).

Em função do grande consumo destas bebidas, e sua correspondente participação no consumo energético diário, acredita-se que a ingestão de bebidas açucaradas tenha desempenhado papel fundamental para o crescimento da obesidade e sobrepeso, descrito na secção anterior. Alguns autores, como Vartanian, Schwartz e Brownell (2007) e Bawa (2005), defendem que as bebidas açucaradas são o principal motor isolado da epidemia da obesidade.

A expansão das indústrias de bebidas em países em desenvolvimento, somada às poderosas estratégias de marketing utilizada por estas empresas, levou a um crescimento acelerado do consumo de bebidas açucaradas nas últimas décadas (Buhler *et al.*, 2013; Pomeranz, 2012). Nos Estados Unidos, por exemplo, a ingestão calórica destas bebidas aumentou 137% entre os anos de 1997 e 2001 (Han e Powell, 2013).

Em países de média renda também houve um crescimento substancial do consumo dessas bebidas, estatisticamente associado ao aumento dos índices de obesidade, sobrepeso e diabetes tipo 2 (Basu *et al.*, 2013). Entre 1975 e 2000, a média anual de consumo per capita global de bebidas açucaradas passou de 38,10 litros para 186,35 litros (Bray e Popkin, 2014). Atualmente, já se observa um declínio no consumo, no entanto, a indústria procura novos meios e produtos a serem consumidos, como as águas vitaminadas e os isotônicos (Singh *et al.*, 2015).

No Brasil, uma análise realizada a partir da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2008-2009, produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), concluiu que mais da metade da ingestão de açúcar da dieta brasileira advém das bebidas açucaradas, e mais de 17% do total de calorias diárias da população são provenientes dessas bebidas (Pereira *et al.*, 2014). No entanto, dados recentes mostram uma queda neste consumo. Em 2017, por exemplo, o volume de vendas de bebidas açucaradas apresentou queda de 2% (Passport Euromonitor International, 2019).

O estudo de Pereira *et al.* (2014) também encontrou uma forte relação entre o consumo de bebidas e a idade. Os indivíduos entre 19 e 39 anos possuem a maior média de consumo diário (635 ml) e os maiores de 60 anos possuem menor média (533 ml). Tal correlação também é encontrada de forma similar em outras regiões, como em Nova Iorque (Wang, 2010), Estados Unidos (Han e Powell, 2013) e Reino Unido (Briggs *et al.*, 2013).

A questão que se passa por trás destas estatísticas de consumo reside no impacto desta ingestão no aumento de peso e doenças correlacionadas. O aumento do desenvolvimento destas comorbidades, principalmente na população jovem, impõe sérias limitações e custos aos sistemas da saúde, além de causar perdas na qualidade de vida. A próxima seção, portanto, será destinada a debater os principais efeitos associados à ingestão de bebidas açucaradas.

2.2.2 Fatores de Risco do Consumo de Bebidas Açucaradas

Extensivos estudos e metanálises demonstram que a associação entre adição de açúcares em bebidas e o aumento de peso e diabetes é alta (Hu, 2013; Malik *et al.*, 2010, 2013). Além do aumento destes problemas, este consumo também tem sido relacionado a doenças cardiovasculares (Xi *et al.*, 2015) e cáries dentais (Rubinstein *et al.*, 2016).

Em 2004, Schulze *et al.* (2004) decidiu analisar, através de um estudo observacional, a correlação entre a ingestão de bebidas açucaradas e o risco de diabetes e ganho de peso. A análise contou com uma coorte de 91.249 mulheres, durante um período de oito anos (1991 a 1999). Os resultados do estudo demonstraram associação positiva entre a ingestão destas bebidas, diabetes tipo 2 e ganho de peso, independente de fatores de risco prévios. Após ajustes por fatores de confundimento, mulheres que consumiam uma ou mais porção de bebidas açucaradas por dia possuíam um risco relativo de desenvolvimento de diabetes de 1,83 (IC 95% 1,42 - 2,36, $p < 0,001$). Com relação ao aumento de peso, durante um período de 4 anos, as mulheres que aumentaram o seu consumo de uma ou poucas porções por semana para uma porção por dia foi maior (4,69 kg de 1991-1995 e 4,2 kg de 1995-1999) do que as que reduziram o seu consumo (1,34 kg e 0,15 kg para os dois períodos, respetivamente).

Em estudo realizado por Ma *et al.* (2016), com uma coorte final de 1685 participantes entre os anos de 1991 até 2008 (4 ciclos de 4 anos cada) observou-se que o consumo de bebidas açucaradas estava positivamente associado com a incidência de pré-diabetes, com um risco acrescido de 46% para os indivíduos que consumiam de 3 a 6 porções por semana.

Essas evidências vão ao encontro com a metanálise de Imamura *et al.* (2016). O estudo analisou 17 coortes de pacientes, com o objetivo de identificar o risco de diabetes tipo 2 no consumo de bebidas com adição de açúcar. Como resultado, os autores identificaram um aumento da incidência da doença em 18% a cada uma porção diária (250 ml por dia). Ajustando pela adiposidade, o aumento da incidência reduziu para 13% por porção diária.

Para além do aumento do risco de diabetes e excesso de peso, a ingestão de bebidas açucaradas também é frequentemente associada a outras doenças não comunicáveis. Diferentes meta-análises encontraram relação positiva e consistente entre a ingestão de bebidas açucaradas e desenvolvimento de doenças cardiovasculares, síndrome metabólica, gota, doença hepática gordurosa não alcoólica e doenças coronárias (Bray, 2013; Fung *et al.*, 2009; Malik *et al.*, 2010; Vartanian, Schwartz e Brownell, 2007). Um

estudo de Leung, realizado com mais de 5 mil pessoas nos Estados Unidos, também observou associação entre a ingestão de refrigerantes e o encurtamento dos telômeros.

Em função deste contexto, o estudo de Singh et al. (2016) procurou modelar o impacto associado ao consumo de bebidas açucaradas, em termos de mortalidade e perda de qualidade de vida. A partir das informações sobre mortalidade em 187 países entre 1987 e 2010, e dos riscos relativos associados a ingestão de bebidas açucaradas na alteração do IMC, diabetes, cânceres e doenças cardiovasculares, os autores estruturaram um quadro de avaliação de risco. No total, o modelo atribuiu ao consumo de bebidas açucaradas mais de 180 mil mortes ao redor do mundo no ano de 2010, cuja principal causa foi diabetes (72,3%), seguido de doenças cardiovasculares (24,2%) e câncer (3,5%). Mais de 8,5 milhões de DALYS foram associadas à ingestão destas bebidas, sendo que a região da América Latina foi a que apresentou a maior mortalidade.

A ingestão de açúcar na forma de bebidas açucaradas é particularmente preocupante devido aos poucos nutrientes contidos nesses produtos, tornando suas calorias vazias (Brownell *et al.*, 2009). A maior parte da literatura avaliada apoia a observação de que as calorias líquidas ingeridas não são compensadas na redução de calorias sólidas, o que consequentemente aumenta a quantidade de açúcar e de energia total do dia.

Uma parcela de estudos também aponta que a ingestão desses líquidos provoca um aumento de número de calorias ingeridas não advindas diretamente do seu consumo, mas em função do decréscimo da sensação de saciedade que as bebidas que contêm açúcar produzem (Brownell et al., 2009; Malik et al., 2010; Vartanian, Schwartz e Brownell, 2007).

Com objetivo de examinar como mudanças no consumo de bebidas alteram o peso de adultos, Chen et al. (2009) promoveram um estudo prospectivo, no qual 810 adultos foram submetidos a um experimento de controle com duração de 18 meses. A partir da amostra, os pesquisadores chegaram à conclusão de que a diminuição do consumo de bebidas açucaradas em 100 kcal por dia estava associada com uma redução do peso de 0,3 kg em 6 meses e de mais 0,2 kg em 18 meses. Em comparação, a mesma redução de quilocalorias sólidas estava associada a uma redução do peso de 0,06kg em 6 meses e de mais 0,09kg em 18 meses.

Por fim, acredita-se que as bebidas açucaradas também possam afetar a alteração do peso por meio de mecanismos comportamentais. Enquanto o consumo de calorias sólidas é associado à fome, os indivíduos, quando consomem bebidas açucaradas, o fazem por sentir sede ou por razões sociais (Popkin *et al.*, 2009).

Baseado nestas informações, a Organização Mundial da Saúde gerou uma recomendação de redução do limite de ingestão de açúcares para 10% da ingestão calórica, e uma posterior redução para 5% (World Health Organization, 2018). Para além deste órgão, associações médicas (American Medical Association, 2017) e formuladores de políticas públicas (Baker, Jones e Thow, 2018) também recomendam a redução da ingestão de açúcar, em especial em sua forma líquida.

Nesse contexto, o uso de mecanismos que busquem influenciar as escolhas dos consumidores surge como uma alternativa para alcançar este objetivo. Na próxima secção busca-se compreender as diferentes políticas destinadas à redução do consumo de bebidas açucaradas, em especial o uso da tributação, objeto desta dissertação.

2.2.3 Políticas Públicas para Redução do Consumo de Bebidas Açucaradas

Diante de esforços mundiais para a redução do excesso de peso, políticas que busquem diminuir o consumo de bebidas açucaradas parecem fazer parte de um ponto primordial para o sucesso deste objetivo (Hsiao e Wang, 2013). Isso porque, como visto na secção 2.2.2, o consumo destas bebidas possui associação positiva com a obesidade, diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares.

A implementação de políticas na área da alimentação implica na necessidade de modificar o ambiente de escolha dos indivíduos, seja através de regulação económica, ou por meio de restrições nas propagandas de determinados produtos, por exemplo. A OMS e OCDE têm deixado claro as suas posições em prol destas ferramentas (OECD, 2019; World Health Organisation Regional Office for Europe, 2015).

Nos últimos anos, inúmeros países têm adotado algum tipo de política na área. Embora a mais conhecida seja a tributação, presente em mais de 30 países, destaca-se também a lei de obrigatoriedade de informações nos rótulos dos produtos, como a implementada no Chile em 2012 (Ministerio de Salud, 2017); a restrição de vendas nas proximidades das escolas, imposta no Brasil em 2006 e aprimorada até 2016 (Bergallo *et al.*, 2018); e a proibição das propagandas deste tipo de produto para o público infantil, também implementada no Chile no ano de 2012 (Ministerio de Salud, 2017). Ainda, ressalta-se a política implementada em 2012 na cidade de Nova Iorque, que restringia o tamanho de bebidas açucaradas vendidas para a quantidade de 16 onças (453,59 gramas) (Hsiao e Wang, 2013).

Uma revisão sistemática realizada por Bergallo *et al.* (2018) identificou 39 regulações sobre bebidas açucaradas em 14 países da América Latina. Essas regulações variam desde

proibições de vendas em ambiente escolar até sanções a determinados tipos de bebidas e o uso de tributação. Das regulações identificadas pelos autores, 86% são públicas.

Diante de tantas opções, torna-se difícil para os formuladores de políticas públicas decidir sobre a priorização de determinada política com relação às demais. Por ser de fácil implementação e de baixo custo para execução (gerando renda fiscal para o governo), a opção de tributar bebidas açucaradas é uma das alternativas mais discutidas e implementadas na atualidade (WHO, 2017). Isso porque os seus fundamentos económicos são de fácil entendimento, e seus efeitos sobre o nível de preços quase que imediatos (Baker, Jones e Thow, 2018). Apesar da aparente simplicidade, a discussão sobre a introdução deste imposto abrange questões mais complexas, ligadas a liberdades individuais (Tamir *et al.*, 2018), efeito sobre a população mais pobre (Edwards, 2011) e a racionalidade da teoria tradicional de tributação pelo setor público.

2.2.3.1 Tributação de Bebidas Açucaradas

O exemplo bem sucedido da tributação sobre o tabaco demonstrou o potencial de políticas fiscais na redução do consumo de bens prejudiciais à saúde (Levy, Chaloupka e Gitchell, 2004; WHO, 2015). Dessa forma, a introdução de um imposto especial sobre determinados produtos (também conhecido como *sin taxes*) cresceu em sua relevância e passou a obter avaliações positivas, em especial com relação ao tabaco e álcool (Chaloupka, Powell e Warner, 2019; Elder *et al.*, 2010). Esta política passou, portanto, a ser vista como uma boa forma de alterar o ambiente de escolha do consumidor, fornecendo incentivos para o consumo de alimentos mais saudáveis (Jones, 2018).

O impacto da imposição deste tipo de tributo encontra bases na teoria económica, dado que a alteração dos preços relativos dos alimentos não saudáveis (neste caso, bebidas açucaradas) com relação aos demais alimentos, tende a provocar um decréscimo do consumo dos bens tributados, através do mecanismo de elasticidade-preço da demanda (Powell *et al.*, 2013).

Apesar da relativa simplicidade dos mecanismos de ação, essa política fiscal possui inúmeras complexidades. Em primeiro lugar, porque muitos argumentam que o tributo restringe às liberdades individuais e fere o bem estar social (Tamir *et al.*, 2018). Em segundo, porque existem considerações importantes a serem feitas sobre a tributação, como seu desenho, regressividade e grau de repasse para os consumidores (Jones, 2018).

Justificativa da Teoria Económica

Para avaliar as críticas à tributação de bebidas açucaradas, no que se refere às restrições de liberdades individuais e perda de bem estar social, é preciso entender e analisar como a teoria económica de tributação analisa este tipo de política fiscal.

A teoria tradicional económica assume que as únicas justificativas aceitas para a imposição de um tributo residem na correção de externalidades, na necessidade de aumento da receita e na redistribuição de renda. No entanto, se o comportamento dos indivíduos demonstrar um excesso de consumo em função da falta de auto controle, as teorias de tributação ótima não se sustentam (O'Donoghue e Rabin, 2006). Neste caso, a tributação pode prover meios de direcionar o consumo dos indivíduos para o nível ótimo (Haavio e Kotakorpi, 2009).

Esse é o principal argumento económico a favor da tributação de bebidas açucaradas. Ainda que um tributo cause uma perda de benefício para a sociedade (denominada na literatura de peso morto), ela pode ser utilizada para corrigir vieses de autocontrole dos indivíduos, em especial se os mesmos provocam externalidades negativas para a sociedade. Neste cenário, políticas públicas que busquem corrigir a falta de autocontrole podem aparecer como uma alternativa para direcionar às escolhas dos consumidores (Cardoso, 2015).

Com o objetivo de analisar a tributação de bebidas açucaradas dentro da lógica tributária, o trabalho de O'Donoghue e Rabin (2006) procurou modelar a tributação ótima de bens, assumindo que os consumidores tem algum grau de falta de autocontrole – formalizado como inconsistência nas preferências temporais dos indivíduos. Usando uma função de bem-estar social, o estudo mostra que a imposição de tributos sobre itens não saudáveis pode melhorar o excedente social e criar melhorias de Pareto^b.

De forma similar, Haavio e Kotakorpi (2011) estima que o imposto socialmente ideal excede a distorção média causada por problemas de autocontrole na economia. Isso porque a tributação tem maior impacto sobre os consumidores irracionais com alto volume de consumo do que em consumidores racionais, com baixo ou nenhum nível de consumo sobre o bem. Assim sendo, o benefício de um alto imposto para os consumidores com um

^b Eficiência de Pareto, ou ótimo de Pareto é um conceito que define um estado de alocação de recursos e, que é impossível realocá-los de forma que a situação de um indivíduo seja melhorada sem piorar a situação de outro.

grave problema de autocontrole é maior que o impacto negativo sobre a perda de utilidade dos indivíduos racionais.

Allcott, Lockwood e Taubinsky (2019), por sua vez, procuram explicar a lógica das *sin taxes* a partir do princípio clássico da correção das externalidades. Esse princípio afirma que, se um bem tem efeitos prejudiciais não considerados pelos consumidores, então uma forma de corrigir o problema é impor uma tributação que reduza o consumo para um nível em que o custo marginal social seja igual ao benefício social marginal. Para os autores, as externalidades são uma parte fundamental do racional da tributação de bebidas açucaradas, uma vez que o consumo destas bebidas impõe elevados custos de saúde para o sistema como um todo.

Embora a tributação e a intervenção do Estado sobre as escolhas individuais sejam muitas vezes consideradas negativas, percebe-se que a utilização de *sin taxes* para a correção de comportamentos e de externalidades parece estar bem consolidada na teoria microeconómica. Se implementadas de forma correta, portanto, este tipo de tributação garante uma melhoria do benefício social.

Características da Tributação

Existem inúmeras variáveis que influenciam o impacto de uma tributação de bebidas açucaradas sobre a variação de peso. Entre elas, destaca-se o tipo, o nível e o escopo da tributação, o grau de repasse dos preços aos consumidores, a substituição por outros produtos e o tamanho da resposta dos consumidores à variação dos preços (elasticidade-preço) (Jones, 2018; Powell *et al.*, 2013; World Health Organisation Regional Office for Europe, 2015). Faz-se necessário, portanto, um entendimento claro sobre estas características para analisar o impacto desta política fiscal (World Health Organisation Regional Office for Europe, 2015).

Tipo de Tributo

Existem duas principais formas de tributar bebidas açucaradas: através de impostos especiais (ou *sin taxes*) ou através de um imposto adicionado sobre as vendas. Atualmente, o imposto especial é a forma mais utilizada pelas diferentes jurisdições (Jones, 2018).

Uma segunda consideração a ser feita sobre o tipo de tributo, é o tipo de imposto especial a ser aplicado. A forma mais simples de tributação é o imposto *ad valorem*, que corresponde a um percentual adicionado ao valor final do produto. A vantagem deste tipo de imposto

reside na facilidade de implementação, característica importante especialmente em países com estrutura tributária menos organizada (Baker, Jones e Thow, 2018). Uma grande desvantagem deste tipo de tributação é que bebidas com um menor preço final tem um incremento de valor absoluto menor, o que pode simplesmente influenciar a troca de produtos mais caros para mais baratos (Jones, 2018).

Uma outra forma de tributação diz respeito a um tributo especial, a partir de uma taxa fixa por quantidade de produto (por volume, calorias ou quantidade de açúcar). No México, por exemplo, são utilizados impostos sobre o volume (U\$ 0,072/litro), já em Portugal e no Reino Unido, os tributos são baseados na quantidade de açúcar contidos a cada 100 gramas da bebida.

De acordo com Harding e Lovenheim (2017) e Zhen, Brssette e Ruff (2014), a solução ótima para impostos sobre alimentos estaria na tributação direta sobre as calorias advindas dos ingredientes maléficos à saúde. No caso das bebidas açucaradas, como uma grande maioria das calorias advém do açúcar adicionado, um imposto sobre as calorias equivaleria a tributar a quantidade de açúcar contido. Assim, além da tributação incidir mais sobre bebidas com maior quantidade de açúcar, este tipo de tributação também influencia a própria recomposição dos produtos pelo lado da oferta. No Reino Unido, por exemplo, inúmeras empresas anunciaram reformulação de seus produtos para redução do açúcar, como alternativa para a redução da tributação incidente (Scarborough *et al.*, 2020).

Nível e Escopo da Tributação

Um tributo sobre bebidas açucaradas deve ser suficientemente alto ao ponto de estimular os consumidores a mudarem suas escolhas para alternativas mais saudáveis. Baseado nas evidências disponíveis, a OMS recomenda um tributo equivalente a um mínimo de 20% sobre o preço de base (World Health Organization, 2016). Uma grande parte dos tributos existentes hoje, contudo, estão abaixo deste nível (Jones, 2018).

Para além do nível de tributação, a definição do escopo de um imposto também influencia seu sucesso. Isso porque, a delimitação de quais produtos serão tributados é o que definirá o quão abrangente será a tributação e, conseqüentemente, o quão eficiente ela será. A tributação de poucas bebidas pode abrir margem para o consumo de substitutos, reduzindo ou anulando o efeito da política (Jones, 2018). Por outro lado, a imposição de um tributo sobre uma ampla lista de produtos dificilmente será aprovada pelo público, além de ser de difícil controle (Baker, Jones e Thow, 2018).

Uma vez que refrigerantes e refrescos são as principais fontes de consumo de bebidas açucaradas na população, Jones (2018) sugere que a política fiscal deva focar mais nestes dois produtos, acrescentando bebidas menos frequentes com menor prioridade (como energéticos, chás, cafés com açúcar, e águas artificiais).

Grau de Repasse dos Preços

Dado que um imposto especial é adicionado diretamente aos produtores de bebidas, o valor que será repassado aos consumidores não necessariamente será equivalente ao valor do imposto. Isso porque, as decisões do grau de repasse dos preços são inteiramente das empresas, que podem escolher absorver parte do valor para evitar queda no consumo (Cornelsen *et al.*, 2015).

É sabido que a estrutura de mercado e as características da demanda são aspetos chave para esta decisão de repasse dos preços, por parte das empresas (Berardi *et al.*, 2016). Uma vez que a estrutura económica do setor de bebidas não se aproxima de uma competição perfeita, a indústria pode escolher reduzir seu lucro marginal e não aumentar o preço das bebidas, ou ainda aumentar os preços mais do que proporcionalmente (Cornelsen *et al.*, 2015). O valor de repasse dos preços, portanto, é um fator essencial para o sucesso da política, uma vez que determinará como o preço será alterado e, consequentemente, como isso afetará o comportamento dos consumidores (Cuadrado *et al.*, 2020; Jones, 2018).

Estudos empíricos realizados na França (Berardi *et al.*, 2016) e no México (Arantxa Cochero *et al.*, 2017) após a tributação de bebidas sugerem que este grau de repasse não é homogéneo entre os produtos. Ambos os estudos encontraram um aumento de preços mais do que proporcional dos refrigerantes (ou seja, um grau de repasse maior que 100%), enquanto o repasse de sucos e águas com sabor foi menor que 100%. Na totalidade das bebidas açucaradas, o grau de repasse foi de aproximadamente 100%.

Em Portugal, um estudo realizado por Pereira dos Santos e Gonçalves (2019) também apontou graus de repasse ao consumidor distintos. Uma vez que o país aderiu a uma tributação por faixas de quantidade de açúcar, os autores investigaram o aumento do preço dos produtos para cada uma das categorias de tributação. Como resultado, encontrou-se uma variação menor nos produtos com maior nível de açúcar, ainda que próxima de 100%; uma variação muito maior do que 100% nas bebidas com nível médio e baixo; e uma variação de 100% em produtos com zero açúcares.

Elasticidades-preço e Elasticidade-Preço Cruzada

A chave para o funcionamento da tributação de bebidas açucaradas como mecanismo de contenção de consumo reside no princípio das elasticidades-preço dos bens. A elasticidade-preço é um conceito da microeconomia, que calcula a variação da quantidade demandada de um bem, dada a variação de 1% no seu preço, ou seja, mostra a sensibilidade do consumidor à variação dos preços (Mankiw, 2009, p. 90). Quando a variação da quantidade demandada é superior à variação de preço de um bem, então se diz que o produto é elástico. Por outro lado, quando a variação da quantidade consumida é menor que a variação do preço, então o bem é considerado inelástico.

A elasticidade-preço é determinada por uma série de fatores, que vão desde preferências dos consumidores, nível de renda e cultura da região, até a disponibilidade de produtos substitutos (Andreyeva, Long e Brownell, 2010). Inúmeros estudos procuram estimar a elasticidade-preço das bebidas açucaradas ao redor do mundo (Briggs *et al.*, 2013; Cardoso, 2015; Claro *et al.*, 2012; Colchero *et al.*, 2015; Finkelstein *et al.*, 2009; Guerrero-López, Unar-Munguía e Colchero, 2017; Muhammad *et al.*, 2019; Sharma *et al.*, 2014; Teng *et al.*, 2019). Essa estimativa é essencial para o avanço da política pública, uma vez que elasticidades-preço muito baixas indicam pouca sensibilidade e, conseqüentemente, uma possível ineficácia do tributo.

Em uma metanálise realizada por Andreyeva, Long e Brownell (2010), foram selecionados 160 estudos relevantes que continham informações sobre elasticidades-preços dos alimentos nos Estados Unidos. As bebidas classificadas como *soft drinks* (que incluem todas as bebidas não alcoólicas, exceto leite e sucos naturais), foram as mais elásticas (0,79).

No Brasil, apenas dois estudos procuraram estimar a elasticidade-preço das bebidas açucaradas. O primeiro, de Claro *et al.* (2012), utilizou múltiplos modelos de regressão para estimar uma elasticidade de -0,85 para todas as bebidas açucaradas. O segundo estudo, de Cardoso (2015), estima a elasticidade-preço das bebidas através de um modelo econométrico particionado. No total da amostra deste último estudo, a elasticidade-preço estimada pela autora foi de -0,61 para refrigerantes e -1,32 para sucos. Resultados mais elásticos foram observados no quintil mais baixo de renda (-0,98 para refrigerantes e -1,81 para sucos), ao passo que os mais inelásticos foram encontrados no quintil mais alto (-0,23 para refrigerantes e -0,92 para sucos).

Com relação às evidências empíricas na área, a metanálise realizada por Teng *et al* (2019) analisou 15 estudos com o objetivo de identificar os efeitos do tributo sobre bebidas açucaradas no mundo real. Como resultado, os autores encontraram uma elasticidade-preço de 1,00.

Além da elasticidade-preço própria de um alimento, outro elemento importante da teoria económica é a elasticidade-preço cruzada. De forma semelhante ao primeiro conceito, a elasticidade-preço cruzada expressa quanto a demanda por um bem varia dado o aumento de 1% no preço de outro produto. Se o valor da elasticidade for negativo, então os bens são denominados complementares; se o valor for positivo, então denominam-se como substitutos (Mankiw, 2009, p. 90).

A existência de bens substitutos, como sucos 100% naturais e leite integral, pode levar a um obstáculo grande para a política de tributação, a depender dos valores das elasticidades-preço cruzadas destes produtos com relação às bebidas açucaradas. Isso porque, se a elasticidade-preço cruzada destes produtos for alta, então a redução na ingestão calórica de bebidas açucaradas pode ser parcial ou integralmente compensada com a ingestão destes bens substitutos, o que leva a uma pequena ou insignificante redução da ingestão calórica diária. Fica claro, portanto, que entender a elasticidade-preço-cruzada é essencial para prever um impacto no mundo real de preço e demanda por alimentação (Cornelsen *et al.*, 2015).

Embora alguns estudos argumentem que a redução do consumo de bebidas açucaradas seria completamente compensada pelo aumento no consumo de alternativas igualmente calóricas (Fletcher *et al.*, 2010), evidências empíricas demonstram que a elasticidade-preço cruzada das bebidas substitutas com relação às bebidas açucaradas é baixa (Finkelstein *et al.*, 2009; Teng *et al.*, 2019). As evidências de estudos experimentais realizados também apontam para resultados similares, com baixo nível de substituição entre bebidas açucaradas e outras bebidas (Waterlander, Ni Mhurchu e Steenhuis, 2014).

Por fim, espera-se que a tributação de bebidas açucaradas seja apenas uma das políticas implementadas para combate à obesidade. Para que os efeitos a longo prazo sejam significativos, faz-se necessário um conjunto de políticas com objetivo não apenas de facilitar a escolha saudável, mas também de torna-las a opção preferida (Popkin e Hawkes, 2016).

Regressividade do Imposto

Um elemento de grande preocupação com a adoção de uma política fiscal, tal qual a tributação de bebidas açucaradas, é seu potencial efeito regressivo sobre a população (World Health Organisation Regional Office for Europe, 2015). Uma vez que se trata de um imposto sobre o consumo, o valor do imposto não se altera de acordo com renda e riqueza de um indivíduo. Sendo assim, com a implementação de tal tributo, camadas mais baixas da população passam a pagar proporcionalmente mais da sua renda do que as camadas mais ricas.

A regressividade é uma das justificativas mais utilizadas por alguns autores (Edwards, 2011) e pela própria indústria de bebidas açucaradas (Sharma *et al.*, 2014) para se posicionar contra esta política. Além da regressividade do tributo, alguns autores afirmam que a heterogeneidade dos repasses dos preços – maior em produtos de marcas pequenas e menor em produtos de grandes companhias – acentua a regressividade, dado que os primeiros são os mais consumidos pelas famílias de baixa renda (Berardi *et al.*, 2016).

Atualmente, a evidência sobre a regressividade do imposto é inconclusiva (Sharma *et al.*, 2014). Inúmeras simulações argumentam que a camada mais baixa é a menos onerada pelo imposto (Cardoso, 2015; Fletcher *et al.*, 2010; Lal *et al.*, 2017; Sharma *et al.*, 2014) uma vez que as elasticidades-preço das bebidas açucaradas são maiores (mais elásticas) nos estratos mais baixos de renda. Sendo assim, o maior efeito sobre o consumo e, concomitantemente, sobre a saúde, estaria na população com menor renda.

Na ausência de evidência robusta sobre o assunto, formuladores de políticas públicas e pesquisadores da área enfatizam os potenciais ganhos em saúde que o tributo pode gerar para as camadas mais baixas da população. Isso porque, em geral, os quintis mais baixos consomem poucos alimentos saudáveis e possuem uma maior incidência de comorbidades associadas a dietas, como doenças cardiovasculares e diabetes (British Heart Foundation, 2012). Consequentemente, o aumento do imposto pode gerar uma alocação da renda em alternativas mais saudáveis (como a água), levando a uma redução da incidência destas doenças neste grupo da população, e tornando os ganhos em saúde progressivos (Brownell *et al.*, 2009; Sharma *et al.*, 2014).

Além disso, a capacidade do governo de alocar parte ou toda a receita gerada pelo tributo em serviços e políticas de proteção à saúde é um ponto citado em prol desta política por

muitos autores, uma vez que este tipo de ação tem maior benefício às camadas com menor renda (Baker, Jones e Thow, 2018; Brownell et al., 2009; Popkin et al., 2009; Wang, 2010).

Impacto dos tributos sobre bebidas açucaradas na redução do consumo

Para determinar a eficiência deste tipo de política, é preciso avaliar os seus resultados a partir da condução de estudos específicos. No que diz respeito à tributação de bebidas açucaradas, podemos classificar estas pesquisas em três principais desenhos de estudo: estudos observacionais, estudos experimentais e modelagens econométricas.

Estudos Observacionais

A melhor forma de avaliarmos uma política pública é através de estudos que busquem medir o seu impacto no mundo real. Logo, evidências empíricas possuem alta importância, em especial para futuras decisões de políticas públicas em outras jurisdições (Jones, 2018). Atualmente, mais de 30 países possuem algum tipo de tributo sobre bebidas açucaradas, como mostra o Quadro 1.

Região	Ano	Valor do Imposto	Escopo do Imposto
Noruega	1981	VAT 25% + taxa de 3,34 NOK/litro (aproximadamente €0,30).	Bebidas não alcoólicas contendo açúcar ou xaropes concentrados.
Palau	2003	\$0,28/litro.	Refrigerantes.
Polinésia Francesa	2002	40 CFP franc/litro (local) e 60 CFP franc/litro (importado), (aproximadamente €0,33 e €0,50, respetivamente)	Bebidas açucaradas.
Samoa	2008	0,4 tala/litro (aproximadamente €0,13).	Refrigerantes.
Hungria	2011	7 forints/litro para refrigerantes e 200 forints/litro para xaropes concentrados (€0,020 e €0,57, respetivamente).	Refrigerantes e xaropes concentrados.
Finlândia	2014	0,022 €/litro em bebidas com mais de 0,5% de açúcar e 0,011 €/litro em bebidas com mais de 0,5%.	Bebidas não alcoólicas com adição de açúcar.
França	2012	0,11 €/1,5 litro.	Bebidas com açúcar ou adoçante adicionados.
México	2014	1 peso/litro (aproximadamente € 0,039).	Todas as bebidas com açúcar adicionado.
Kiribati	2014	40%.	Bebidas não alcoólicas que contenham açúcar ou adoçante adicionados.

Santa Helena	2014	0,75€/litro (aproximadamente €0,86)	Bebidas com mais de 15 gramas de açúcar por 100ml.
Estados Unidos da América	-	Mais de 40 estados possuem imposto, com uma média de 4,25% - 4.51%.	-
Barbados	2015	Imposto de 10%.	Bebidas açucaradas produzidas localmente e importadas.
Chile	2015	< 6,25 gramas de açúcar por 100ml, <i>ad valorem</i> de 18%, para > 6,25 gramas de açúcar por 100 ml, 10% de imposto.	Bebidas que contenham açúcar.
Vanatu	2015	50 vatu/litro (aproximadamente €0,37).	Aplicado para bebidas contendo açúcar ou outros adoçantes.
República Dominicana	2015	Tributo de 10%.	Refrigerantes e outras bebidas açucaradas.
Bélgica	2016	€0,068 por litro.	Todas as bebidas que contêm adição de açúcar.
Brunei	2017	0,40 dólares de Brunei/litro (aproximadamente €0,26).	Bebidas açucaradas com mais de 6mg/100ml de açúcar; bebidas de soja com mais de 7mg/100ml de açúcar; achocolatados com mais de 8mg/100ml de açúcar; bebidas a base de café com mais de 6ml/100ml de açúcar.
Portugal (1/2)	2017	< 8 gramas de açúcar por 100ml, 0,082 €/litro, para > 8 gramas de açúcar por 100 ml, 0,1669€/litro.	Bebidas açucaradas.
Ilhas Fiji	2017	35 cents/litro para bebidas locais (€0,14) ;10 a 15% sobre produtos importados.	Bebidas adoçadas com açúcar ou adoçantes artificiais.
Espanha (região da Catalunha)	2017	5> e <8 gramas de açúcar por 100ml, 0,08 €/litro, <8 gramas de açúcar por 100ml, 0,12 €/liter.	Tributação sobre um pacote de bebidas, que inclui refrigerantes, águas com sabor, sucos, isotónicos, achocolatados, leites adoçados, dentre outros.
Bahamas	2017	100% sobre bebidas energéticas e 50% sobre refrigerantes.	Isotónicos e refrigerantes.
Arábia Saudita	2017	50% para refrigerantes, 100% para bebidas energéticas.	Bebidas energéticas e refrigerantes (incluindo sucos com adição de açúcar).
Índia	2017	28% + 12% (imposto sobre imposto)	Bebidas que contenham açúcar ou outros adoçantes.

Tailândia	2017	14% para bebidas com açúcar ou adoçantes adicionados; 10% para sucos. Imposto adicional de 0,10 baht/litro para 6 a 8 gr/100ml açúcar; 0,30 baht/litro para 8 a 10 gr/100ml açúcar; 0,50 baht/litro 10 a 14 gr/100ml; >14gr/100ml 1 baht/litro. (aproximadamente €0.0028, €0,0084, €0.014, €0,028, respetivamente).	Bebidas com açúcar adicionado, e sucos de frutas e vegetais.
África do Sul	2018	2,1 cents/grama de açúcar (aproximadamente €0,10).	Bebidas açucaradas que contenham mais de 4 mg de açúcar por 100 ml.
Reino Unido	2018	£0,18/litro para bebidas entre 5 e 8 gramas de açúcar por 100ml. £0,24/litro para bebidas com mais de 8 gramas de açúcar por 100ml (respetivamente, € 0,21 e €0,27).	Qualquer bebida pronta com mais de 5mg de açúcar por 100ml.
Irlanda	2018	€0,20 por litro para bebidas com 5mg de açúcar por 100ml.	Bebidas não alcoólicas.
Filipinas	2018	6 pesos/litro para bebidas açucaradas e 12 pesos/litro para bebidas usando xarope de milho (aproximadamente €0,11 e €0,22, respetivamente).	Bebidas com adição de açúcar ou adoçantes.
Peru	2018	25% em bebidas com mais de 6 mg de açúcar por 100ml.	Bebidas não alcoólicas e águas com sabor.
Seychelles	2019	SCR 4/litro se > 5 gramas de açúcar/100ml (aproximadamente €0,22).	Bebidas com adição de açúcar.
Quatar	2019	50% para refrigerantes, 100% para bebidas energéticas.	Refrigerantes (incluindo sucos) e bebidas energéticas.
Portugal (2/2)	2019	< 2,5 gramas de açúcar por 100ml, 0,01 €/litro, 2,5< e > 5 gramas, 0,06 €/litro, 5 < e > 8, 0,8 €/litro, <8 gramas de açúcar 0,2 €/litro	Bebidas com adição de açúcar.
Oman	2019	50% para refrigerantes, 100% para bebidas energéticas.	Refrigerantes (incluindo sucos) e bebidas energéticas.
Malásia	2019	RM 0,40 em bebidas com mais de 5 gramas açúcar/100ml e para sucos com mais de 12 gramas de açúcar/100ml (aproximadamente €0,084).	Bebidas açucaradas e sucos com mais de 5 e 12 gramas de açúcar por 100ml, respetivamente.

Quadro 1. Lista de países com adoção de um tributo sobre bebidas açucaradas

Fonte: World Cancer Research Fund International (2016). Com adaptações das tributações posteriores à 2016 por Obesity Evidence Hub (2020). Nota: Conversão para euro feita no dia 13/04/2020.

Uma revisão sistemática e metanálise recentemente conduzida por Teng et al. (2019) procurou avaliar os efeitos da tributação sobre o nível de vendas e consumo, tanto das bebidas açucaradas quanto de outras bebidas não tributadas. Do total, 15 estudos realizados entre 1980 e 2018 foram incluídos na metanálise. Como resultado, os autores encontraram que a introdução de um imposto de 10% sobre bebidas açucaradas associa-se a uma redução de 10% no volume de vendas das mesmas, correspondendo a uma elasticidade-preço de -1. Os resultados da metanálise apontam na mesma direção de elasticidades-preço previamente estimadas em metanálises anteriores, como a de Cabrera Escobar et al. (2013) (-1,30; 95% IC: -1,09 a -1,51) e de Afshin et al. (2017) (-0,67; 95% IC: -0,31 a -1,04).

Com relação às bebidas não tributadas, a metanálise não encontrou evidências estatisticamente significativas da variação do consumo e volume de vendas, no que diz respeito às águas, sucos, leites e bebidas *lights* e *diets*. O que favorece o argumento de baixo nível de substituição calórica, exposto na secção anterior.

Por fim, as evidências encontradas acerca do impacto nos diferentes níveis socioeconômicos corroboram com os argumentos previamente discutidos, com uma maior variação do consumo nas classes com menor renda, com exceção do estudo realizado no Chile (Nakamura *et al.*, 2018), que encontra uma maior redução de consumo entre os grupos com maior renda.

Dos estudos já inclusos na metanálise, destaca-se o estudo de Arantxa Cochoy *et al.* (2017) e Falbe *et al.* (2016). O primeiro, realizado no México em 2017, mostrou os resultados do imposto após dois anos de implementação. De acordo com o estudo, o imposto introduzido ocasionou uma redução de 6% do consumo, com um impacto maior de redução nos quartis mais pobres da população.

O segundo, realizado em Berkeley na Califórnia, estimou a variação do consumo de bebidas açucaradas pré e pós-tributação em bairros de baixa e alta renda da cidade, em comparação com as cidades de São Francisco e Oakland. Como resultado, o estudo encontrou uma redução de 21% na ingestão de bebidas açucaradas em Berkeley, comparado a um aumento de 4% nas outras duas cidades.

Em 2019, um novo estudo realizado na cidade de Berkeley por Lee *et al.* (2019) procurou demonstrar os efeitos da política após três anos de sua implementação (2014 - 2017). Os autores procuraram analisar a pesquisa transversal anual de frequência de consumo de bebidas, entre Berkeley (n = 1513), em comparação com as duas cidades próximas, São

Francisco e Oakland (n = 3172). Os resultados, ajustados por outros fatores (idade, sexo, raça/etnia, língua, educação, mês da pesquisa, bairro e temperatura), apontaram para uma redução do consumo na cidade de bebidas açucaradas de 0,55 vezes por dia (IC 95%: 0,75 - 0,35), em comparação com um aumento de 1,02 vezes ao dia nas cidades vizinhas (IC 95% 0,54 – 1,50).

Em síntese, evidências empíricas sugerem que a tributação de bebidas açucaradas tem sido efetiva na redução do consumo. Contudo, a grande heterogeneidade de resultados sugere que o contexto de implementação e o desenho da política são fatores importantes para o sucesso deste tributo (Alagiyawanna et al., 2015; Teng et al., 2019).

Por fim, devido a sua recente implementação, não se faz possível avaliar os resultados com relação às condições de saúde de médio e longo prazo para a população, tornando-se necessário uma cautela adicional para implementação deste tipo de política (Jones, 2018).

Estudos Experimentais

Estudos experimentais utilizam de uma configuração controlada para aplicar intervenções e mensurar as diferenças entre dois grupos de participantes, escolhidos aleatoriamente para as diferentes condições de intervenção (Jones, 2018).

Utilizando desta técnica, Bollard *et al.* (2016) procurou analisar os efeitos de 3 diferentes intervenções: introdução de embalagens com rótulos em branco; obrigatoriedade de rótulos com avisos; e tributação de 20% sobre bebidas açucaradas. O estudo foi feito a partir de uma experiência *online* na Nova Zelândia, com jovens de 13 a 24 anos que declararam ter consumido bebidas açucaradas nos últimos 12 meses, totalizando 600 participantes. A experiência foi conduzido a partir de um algoritmo de computador, que escolheu aleatoriamente um dos cenários para cada um dos jovens. A partir disso, os participantes foram conduzidos a uma pesquisa em que foram solicitados para responder a questões sobre preferências de produtos. Comparando cada uma das opções a um grupo controle sem estes cenários (rotulagem com aviso, embalagens sem rótulos ou tributo), todas as três intervenções resultaram em efeito negativo sobre as preferências de compras com relação às bebidas açucaradas.

De forma similar, Waterlander, Mhurchu e Steenhuis (2014) realizaram uma experiência nos Países Baixos procurando analisar os efeitos do aumento dos preços das bebidas açucaradas sobre o consumo de bebidas e lanches. Para isso, 102 participantes escolhidos aleatoriamente foram conduzidos para um dos dois cenários simulados: um com a

introdução de um imposto de 19% sobre bebidas açucaradas e um sem este imposto. Foi solicitado aos participantes que comprassem o equivalente a uma compra semanal em um supermercado virtual. Os resultados demonstraram que as condições de aumento de preço reduziram as compras de bebidas açucaradas (-0,9 litros; IC 95%: 1,70 – 0,10 litros por família por semana). Não houve efeitos significativos sobre a quantidade comprada de outras bebidas ou lanches.

Outro estudo, conduzido por Nederkoorn *et al.* (2011), também nos Países Baixos, recrutou um total de 349 participantes utilizando anúncios do Google. Foi solicitado aos participantes para realizar compras em um supermercado *online*, com uma restrição orçamentária baseada em seu gasto médio em compras. Os resultados mostraram que a introdução de um imposto (em comparação ao cenário sem este tributo) reduziu o número de calorias compradas pelos participantes. Fatores como IMC ou renda não influenciaram a efetividade do tributo no experimento.

Simulações Econométricas

Uma vez que a adoção de tributação sobre bebidas açucaradas é uma medida relativamente recente na maioria dos países, simulações matemáticas que procurem estimar os impactos desta política fiscal em uma dada população podem auxiliar a transpor a falta de evidência empírica na área.

Construídos a partir de estudos econométricos, uma maioria dos trabalhos procura estimar como os preços alteram o padrão de comportamento do consumidor e, a partir disso, como o peso e outros resultados em saúde podem ser modificados. De certa forma, as simulações se baseiam em padrões teóricos previamente utilizados na literatura, como o modelo de Markov, e da utilização de dados obtidos a partir de estudos observacionais, ensaios clínicos randomizados e metanálises. Embora a mensuração dos resultados varie muito entre os autores, a linha lógica da estimação é muito semelhante entre todos os estudos. A Figura 3 apresenta a estrutura lógica generalizada das estimações na área.

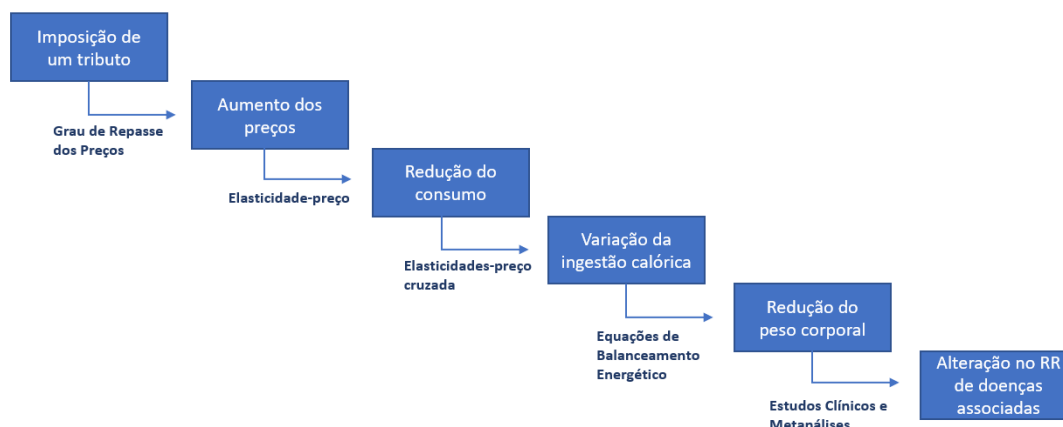


Figura 3. Modelo conceitual do impacto da introdução de um tributo sobre a variação de peso e doenças associadas.

Fonte: Elaboração própria

Em uma revisão conduzida por Jones (2018), foram identificados 47 estudos que simulam o impacto das bebidas açucaradas sobre a variação do consumo e/ou peso. Uma vez que os métodos e resultados analisados variaram muito entre as diferentes simulações, torna-se difícil realizar uma comparação ou metanálise com os resultados. Segundo a autora, 18 estudos procuram estimar a elasticidade-preço da demanda por comidas e bebidas, 26 procuram estimar as variações de peso com a política; 2 deles examinam apenas variações calórica e 20 procuram estimar o impacto em doenças associadas ou em custos para o sistema de saúde. A autora, entretanto, apenas realiza a análise descritiva, sem entrar em comparações de resultados.

Especificamente para países de média renda (como o Brasil), a revisão sistemática conduzida por Nakhimovsky *et al.* (2016), buscou estudos realizados entre 1990 e 2016 relacionados ao tema. Como resultado, os autores identificaram 9 estudos dos seguintes países: México (n = 5), África do Sul (n=1), Brasil (n=1), Equador (n=1), Índia (n = 1), Peru (n=1). Entre eles, um estudo procurava medir as relações entre o imposto e os preços dos produtos, três mensuravam a relação entre o tributo e resultados em saúde relacionados com a obesidade, e todos os 9 estudos procuravam mensurar o impacto do tributo sobre o consumo.

As estimativas de elasticidade-preço nas simulações variaram de -0,6 a -1,2, com um correspondente decréscimo diário do consumo individual de bebidas açucaradas de 5 a 39kj, levando em consideração um tributo de 10% sobre bebidas açucaradas. Os autores concluem que a tributação de bebidas açucaradas em países de média renda aumenta os

preços dos produtos, especialmente em mercados com poucos produtores. O aumento dos preços leva a redução do consumo e, conseqüentemente, do peso dos indivíduos. Porém, de acordo com os autores, novos estudos precisam ser feitos para comprovar a eficiência de longo prazo desta política.

No Brasil, apenas dois estudos, já mencionados nesta seção, foram encontrados procurando simular o impacto sobre a tributação de bebidas açucaradas. Uma vez que Claro *et al.* (2012) procura estimar apenas a elasticidade-preço (-0,85) com a Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2002-2003, o estudo de Cardoso (2015) é o único que estima o impacto sobre a variação de consumo e peso dos brasileiros.

A autora utiliza das elasticidades-preço de -0,61 para refrigerantes e -1,32 para sucos para estimar o impacto de um imposto de 20% sobre a variação de peso. Para tal, Cardoso faz uso da equação de Forbes, na qual a variação do consumo de 3500 calorias induz uma variação de 0,450 Kg de peso; esta simplificação é adotada em outras simulações na área como Finkelstein *et al.* (2009); Lin *et al.* (2011); Smith, Lin e Lee (2010). A partir disto, e levando em conta os dados de peso e altura coletados na POF 2007-2008, a autora calcula uma redução média de peso de -0,11 kg no primeiro ano de implementação da política.

Uma vez que o estudo de Cardoso utiliza dados da obesidade já defasados (2007-2008), e que a autora não procura identificar o impacto sobre doenças associadas à obesidade, este trabalho tem como objetivo buscar uma nova estimação, a complementar o estudo já existente conduzido por Cardoso (2015). Ainda, busca-se aqui fazer análises de sensibilidade, para suprir a falta de evidências no cenário brasileiro.

3. Objetivos e Metodologia

3.1 Objetivos

Diante da transformação nutricional observada, políticas que contenham os altos custos associados ao crescimento da obesidade e sobrepeso têm sido cada vez mais implementadas ao redor do mundo. No Brasil, uma proposta de aumento do imposto já se encontra submetida ao Congresso, a partir do Projeto de Lei 8541/17 (Câmara dos Deputados, 2017).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo estudar os impactos de um imposto de 20% sobre a redução do IMC e, conseqüentemente, da incidência de diabetes mellitus tipo 2 sobre a população adulta brasileira. A escolha pelos resultados em termos desta comorbidade deu-se por ser uma das principais causas de morte associadas à obesidade no mundo (The GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017), da disponibilidade de dados, e de grande prevalência de diabetes tipo 2 no Brasil (Ministério da Saúde, 2019).

3.2 Métodos

3.2.1 *Estimação das Elasticidades-Preço das Bebidas Açucaradas*

Para estimar o impacto potencial da introdução de um imposto sobre bebidas açucaradas, é preciso primeiramente estimar a elasticidade-preço destas bebidas. Para realizar esta estimação, faz-se necessário primeiramente estimar um sistema de demanda dos produtos alimentícios para, a partir disso, derivar a elasticidade-preço das bebidas açucaradas. Um sistema de demanda consiste em uma série de equações que podem ser estimadas simultaneamente, cujos modelos mais conhecidos são: o Translog, o de *Rotterdam* e a aproximação linear e não linear do *Almost Ideal Demand System* (AIDS) (Henningsen, 2017).

Neste trabalho, escolheu-se por utilizar a aproximação linear do *Almost Ideal Demand System* (LA-AIDS), ou Sistema de Demanda Quase Ideal. O modelo AIDS foi desenvolvido por Deaton e Muellbauer em 1980 e até hoje é amplamente utilizado (Henningsen, 2017). O AIDS possui uma série de vantagens teóricas com relação ao modelo de *Rotterdam* ou ao modelo Translog. Entre elas, pode-se citar o fato de satisfazer todos os axiomas do

consumidor^c, se adaptar facilmente aos dados de pesquisas orçamentárias, além de ser simples para estimar e prover meios para validar empiricamente as propriedades teóricas de homogeneidade e simetria, que serão explicadas adiante nesta seção (Deaton e Muellbauer, 1980).

Apesar de existirem técnicas econométricas mais recentes (como o *Quadratic Almost Ideal Demand System* e o *An implicitly, directly additive demand System*), optou-se por utilizar o modelo AIDS, uma vez que o mesmo unifica quase todas as propriedades teóricas e empiricamente desejáveis, além de ser de fácil aplicação com os dados deste trabalho. Ainda, quando comparado com os principais modelos de demanda, inclusive com as técnicas mais recentes, o modelo AIDS se destaca pela melhor performance na mensuração da elasticidade-preço, objetivo deste trabalho (Meyer, Yu e Abler, 2011).

Derivação do Modelo de Demanda Quase Ideal

Esta seção tem como objetivo demonstrar a derivação do modelo AIDS, que será utilizado neste trabalho para estimar a elasticidade-preço. A formulação do modelo de AIDS pressupõe que as mercadorias incluídas no modelo sejam, pelo menos, fracamente separáveis de todas as outras mercadorias excluídas do sistema. Esse pressuposto de demanda fracamente separável assume que bens de consumo podem ser agrupados em subconjuntos, implicando que a taxa marginal de substituição entre dois bens em um grupo seja independente das quantidades consumidas em outro grupo (Taylor, 2014). A partir desse pressuposto, por exemplo, podemos calcular um sistema de demanda para alimentos, de forma independente da demanda por transportes ou serviços.

O ponto de partida do modelo AIDS é a teoria microeconômica do consumidor (Deaton e Muellbauer, 1980), com a especificação do problema dual do consumidor. O objetivo do problema dual é minimizar os custos, sujeitos a um nível de utilidade definido. De forma que:

(1)

Problema dual: minimizar

$$x = \sum_{j=1}^n p_j q_j \quad j = 1, \dots, n$$

Sujeito à: $V(q) = u$

^c Os axiomas do consumidor são pressupostos do comportamento do consumidor assumidos pela teoria, com a intenção de dar expressão matemática formal à aspectos fundamentais do consumidor sua escolha. (Varian, 2012).

Em que x é o total gasto, p_j e q_j são o preço e quantidade consumidas do bem j , respetivamente, q é o vetor de quantidade de bens consumida, $V(q)$ é a utilidade indireta e u é o nível de utilidade.

Para resolução do problema dual, a microeconomia utiliza da função de Lagrange, que toma a derivada da função com relação a quantidade q_j de todos os bens e com relação ao multiplicador lagrangeano (λ). As funções resultantes são denominadas de hicksianas, ou funções de demanda com utilidade constante. Cada demanda hicksiana é uma função dos preços dos produtos da cesta de bens e do nível de utilidades especificado. A equação lagrangeana é dada por:

(2)

$$\text{Min } \mathcal{L} = \sum_{j=1}^n p_j q_j - \lambda (V(q) - u)$$

Após derivar com relação a q_j , as condições de primeira ordem se tornam:

(3)

$$\begin{aligned} \frac{d\mathcal{L}}{dq_j} &= p_j - \lambda \left(\frac{dV(q)}{dq_j} \right) = 0 \\ p_j &= \lambda \left(\frac{dV(q)}{dq_j} \right) \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned} \frac{d\mathcal{L}}{d\lambda} &= (V(q) - u) = 0 \\ V(q) &= u \end{aligned}$$

Em que \mathcal{L} é a notação da função lagrangeana e λ é o multiplicador lagrangeano (interpretado como a utilidade marginal da renda). Resolvendo as equações simultaneamente para cada q_j , deriva-se as equações de demanda hicksianas.

(5)

$$q_j = h_j(u, p)$$

Em que h_j é a função de demanda hicksiana para o bem j , u é a utilidade previamente especificada, e p é o vetor de preço de todos os bens da economia.

As funções de demanda hicksianas mostram a relação entre preço e quantidade demandada de um bem quando os demais preços permanecem fixos. Se a equação 5 for substituída na equação 1, a equação resultante é chamada de função de despesa 6. Essa função minimiza o gasto do consumidor para atingir uma determinada utilidade dado os preços do mercado, expressa por:

(6)

$$x = C(u, p)$$

A curva de demanda agregada é derivada a partir da agregação das curvas de demanda individuais apresentadas na equação 6. A base para a agregação das curvas de demanda e formação da demanda de mercado são uma classe de preferências denominadas *Price Independent Generalized Linear logarithmic* ou PIGLOG. O modelo PIGLOG foi desenvolvido para tratar o comportamento agregado do consumidor como se fosse o resultado de uma única maximização do consumidor, a partir de preferências racionais (Dwyer, Gill e Seetaram, 2012).

As preferências são representadas por uma função de custo, $C(u, p)$, que define o mínimo custo necessário para obter um determinado nível de utilidade u dado um nível de preços p (Dwyer, Gill e Seetaram, 2012). A função PIGLOG é definida por:

(7)

$$\begin{aligned} \log C(u, p) &= (1 - u) \log\{a(p)\} + u \log\{b(p)\} \\ &= \log\{a(p)\} - u \log\{a(p)\} + u \log\{b(p)\} \end{aligned}$$

Em que p representa o nível de preços da economia, e $a(p)$ e $b(p)$ são funções linearmente homogêneas ao vetor de preços. Deaton e Muellbauer (Deaton e Muellbauer, 1980) especificaram as seguintes funções para $\log\{a(p)\}$ e $\log\{b(p)\}$:

(8)

$$\log\{a(p)\} = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_{it} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_{it} \log p_{jt}$$

(9)

$$\log\{b(p)\} = \log\{a(p)\} + \beta_0 \prod_j^n p_j^{\beta_j}$$

As substituir as equações 8 e 9 na equação 7, obtemos a função de custo AIDS, de forma que:

(10)

$$C(u, p) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_{it} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln p_{it} \log p_{jt} + u \beta_0 \prod_j p_j^{\beta_j}$$

A função de custo AIDS mostra o gasto mínimo necessário para atingir um dado nível de utilidade. Para obter as demandas hicksianas, pode-se aplicar o Lema de Shephard sobre a função de custo definida em (10). Este Lema é um dos principais resultados da microeconomia, e afirma que, se as curvas de indiferença da função de despesa ou custo são convexas, o ponto de minimização de custos de um determinado bem é único (Varian, 2012, p. 74). Logo, a demanda para determinado bem, dado um nível de utilidade e preços, é igual a derivada da função de custo com relação ao preço deste bem, como expresso na equação (11):

(11)

$$q_i^j = \frac{d C(u, p)}{dp_i} \quad i = 1, \dots, n$$

Dado que a utilidade está sendo maximizada, o gasto total será igual ao valor da função de custo. A parcela do gasto total despendida no bem i no sistema de demanda será:

(12)

$$\begin{aligned} w_i &= \frac{p_i q_i}{C(u, p)} \\ &= \frac{p_i}{C(u, p)} \times \frac{d C(u, p)}{dp_i} \\ &= \frac{d \log \{C(u, p)\}}{d \log p_i} \end{aligned}$$

(13)

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \log \frac{x}{p} + \varepsilon_i$$

Em que w_i é a parcela do gasto total despendida no bem i , x é o gasto total despendido em bens, p_j é o preço do bem j e P ou $\log\{a(p)\}$ é denominado o índice de preço translog. Uma vez que o índice de preço translog é difícil de ser utilizado, Deaton e Muellbaur sugerem a utilização do Índice de Preço Stone, através da utilização de uma aproximação linear do modelo. Esse índice de preço é uma aproximação proporcional do índice de preço translog, dada por:

(14)

$$\ln P = \sum_i^n w_i \log p_i$$

Lembrando que, o índice de preços translog é definido por:

(15)

$$\log\{a(p)\} = P = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_{it} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_{it} \log p_{jt}$$

Uma vez que o Índice de Preços Stone inclui a parcela do orçamento atual w_i , este termo aparece em ambos os lados da equação (13), levando a um viés na estimação. Dessa forma, Hahn (1994) propõe a utilização de outros índices de preço. Neste trabalho, o índice de preços utilizado foi a simplificação do índice de Laspeyres, dado por:

(16)

$$\log P_t^{Ls} = \sum_k w_{k0} \log p_{kt}$$

Cálculo das Elasticidades

A derivação do modelo AIDS envolve a estimação das funções de demanda hicksianas, expressas acima. Contudo, para o cálculo das elasticidades da demanda faz-se preciso estimar as funções de demanda marshallianas. Enquanto as funções hicksianas são estimadas a partir do problema dual (minimização dos custos dado um nível fixo de utilidade), as funções marshallianas são estimadas a partir do problema primário (maximização da utilidade dada a restrição orçamentária). Essas funções são facilmente derivadas a partir de uma técnica similar a utilizada no problema dual.

Para a resolução deste problema, utiliza-se da função de utilidade indireta (maximização da utilidade a partir da restrição orçamentária). A partir disso, aplica-se sobre esta função a Identidade de Roy, a qual afirma que a função de demanda marshalliana pode ser derivada a partir da função indireta de utilidade, formando assim um rácio de derivadas parciais, expostas na equação abaixo:

(17)

$$q_j^m = - \frac{\frac{du(p, x)}{dp_j}}{\frac{du(p, x)}{dx}}$$

Em que q_j^m é a função de deamanda marshalliana para o bem j , $u(p, x)$ é a função indireta de utilidade, p é o vetor de preços da economia, p_j é o preço do bem j x é a renda (neste caso, o gasto total).

A equação (18) traz a formulação matemática do problema primário (maximizar a utilidade direta sujeito a uma restrição orçamentária):

(18)

$$\begin{aligned} &\text{Problema primário: maximizar} \\ &\quad u(q) \\ &\text{Sujeito à: } x = \sum_{j=1}^n p_j q_j \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

(19)

$$\text{Max } \mathcal{L} = u(q) - \lambda \left(\sum_{j=1}^n p_j q_j - x \right)$$

As condições de primeira ordem para este problema são, portanto:

(20)

$$\frac{d\mathcal{L}}{dq_j} = \frac{du(q)}{dq_j} - \lambda(p_j) = 0$$

$$p_j \lambda = \frac{du(q)}{dq_j}$$

(21)

$$\frac{d\mathcal{L}}{d\lambda} = x - \sum_{j=1}^n p_j q_j = 0$$

$$x = \sum_{j=1}^n p_j q_j$$

Resolvendo as equações 20 e 21 simultaneamente para todos os q_j , obtemos como resultado as equações de demanda marshallianas para cada bem j :

(22)

$$q_j^m = m_j(x, p)$$

Substituindo as equações de demanda marshallianas (22), na função de utilidade direta, obtemos como resultado a função indireta de utilidade, que expressa o nível de utilidade máximo que pode ser atingido para um determinado nível de preços (p) de gasto (x):

(23)

$$u^* = u(x, p)$$

As elasticidades-preço são então derivadas através da derivação do logaritmo natural da demanda marshalliana para o bem i , com relação ao logaritmo natural do preço do bem j .

(24)

$$\frac{d \log(q_i)}{d \log(p_j)} = \frac{dq_j^m}{dp_j} \times \frac{p_j}{q_j^m}$$

$$e_{ij} = \frac{\gamma_{ij} - \beta_i \left(w_j - \beta_j \log\left(\frac{x}{P}\right) \right)}{w_i} - \delta_{ij}$$

Considerando $\delta_{ij} = 1$ se $i = j$, ou seja, para mensuração da elasticidade-preço de um bem; e $\delta_{ij} = 0$ se $i \neq j$, ou seja, para a estimação da elasticidade-preço cruzada entre dois bens.

Restrições

Os pressupostos da teoria microeconómica (problema dual do consumo e Lema de Shephard) impõem algumas restrições aos coeficientes do modelo. São elas:

Em primeiro lugar, a condição de “adição” garante que as parcelas da despesa sempre somem um ($\sum_i s_i = 1$). Essa condição é satisfeita se:

(25)

$$\sum_i a_i = 1; \sum_i \beta_i = 0; \sum_i \gamma_{ij} = 0 \forall j$$

A condição de homogeneidade garante que, se todos os preços e renda se alterarem pela mesma taxa, a quantidade demandada não se altera. Ela é satisfeita por:

(26)

$$\sum_i \gamma_{ij} = 0 \quad \forall i$$

A condição de "simetria" decorre da aplicação do Lema de Shepard à função de despesa da AIDS. Esta pode ser derivada diretamente da definição de γ_s , na equação abaixo:

(27)

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad \forall i, j$$

Por fim, a condição de monotonicidade, afirma que a função de despesa deve aumentar monotonicamente nos preços. Para isso, os derivativos em relação aos preços devem sempre não negativos. Na aplicação do Lema de Shepard, isso pode ser verificado testando se as quantidades e partes de despesa nas equações 5 e 6 são não negativas.

Estimação via Pesquisa de Orçamentos Familiares

Para a estimação da elasticidade-preço por meio do método AIDS descrito acima, utilizou-se dos dados da Pesquisa de Orçamento Familiar 2017-2018. A escolha pela utilização desta pesquisa, deve-se a presença de dados de consumo e de preço pago por cada alimento de uma cesta ampla de bens, permitindo a estimativa do sistema de demanda e, consequentemente, da elasticidade-preço das bebidas açucaradas.

A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) é um inquérito com abrangência nacional realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com frequência de 10 anos. A POF 2017-2018 é a quarta pesquisa de orçamento realizada (previamente, POF: 1987-1988, 1995-1996, 2002-2003). De acordo com o IBGE:

A Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF visa, principalmente, mensurar as estruturas de consumo, dos gastos, dos rendimentos e parte da variação patrimonial das famílias. Possibilita traçar, portanto, um perfil das condições de vida da população brasileira a partir da análise de seus orçamentos domésticos. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019, p. 1)

Os dados da pesquisa foram coletados usando um desenho de conglomerado em dois estágios, com estratificações geográfica e estatística das unidades primárias de

amostragem (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019). Essas unidades primárias de amostragem (UPAS), correspondem os setores ou agregados de setores da base geográfica do Censo Demográfico 2010. Para obter um estrato de domicílios com homogeneidade geográfica e socioeconômica, a amostragem foi estratificada por localizações geográficas de setores (região, estado, capital ou outro, urbano ou rural) e nível socioeconômico da UPA (Cardoso, 2015).

Para a definição das UPAS, uma novidade da POF do ano de 2018 é a utilização da amostra mestra, composta de subconjuntos de UPAS. A amostra mestra é desenhada pelo IBGE para o Sistema Integrado de Pesquisas Domiciliares - SIPD, e sua implementação garante que pesquisas domiciliares possam utilizar a mesma amostra mestra (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019).

As UPAs foram selecionadas por amostragem com probabilidade proporcional ao número de domicílios existentes no setor, dentro de cada estrato final, compondo a amostra mestra. A subamostra de UPAs para a POF 2017-2018 foi selecionada por amostragem aleatória simples em cada estrato. Foi fixo o número de domicílios com entrevistas por setor de acordo com a área da pesquisa: 12 domicílios nos setores urbanos, 16 nos setores rurais. O tamanho efetivo da amostra foi de 5 504 UPAs, correspondendo a um número esperado de 69 660 domicílios com entrevista.

O tamanho da amostra de UPAs foi determinado em função do tipo de estimador utilizado e do nível de precisão fixado para estimar o total dos rendimentos das pessoas moradoras responsáveis pelos domicílios, obtidos a partir dos dados do Censo Demográfico 2010, e, ainda, considerando o número esperado de domicílios com entrevistas realizadas em cada setor, segundo cada domínio de estimação considerado. Foram identificados dois níveis geográficos de controle para o cálculo do tamanho da amostra, a saber: área urbana de cada Unidade da Federação e área rural de cada Grande Região.

Para garantir a distribuição de todos os estratos geográficos e socioeconômicos durante os 12 meses, a pesquisa foi dividida em 52 períodos, sendo que, para cada domicílio selecionado, foram indicados, dentre esses períodos, dois consecutivos em que obrigatoriamente foi iniciada a coleta. Para captar a variabilidade sazonal, as entrevistas foram distribuídas uniformemente em cada estrato selecionado durante os quatro trimestres do ano.

As informações básicas coletadas pela POF são as compras de alimentos e bebidas para consumo doméstico durante um período de sete dias consecutivos. Essas compras foram

registadas diariamente pelos participantes e conferidas por entrevistadores treinados, e incluem uma descrição detalhada do produto, o total comprado e o valor pago. Além disso, também foram coletadas informações sobre as características sociodemográficas da família. O período de realização da pesquisa teve início no dia 11 de julho de 2017 e término no dia 9 de julho de 2018.

Estimação das Elasticidades a partir da POF

Os microdados provenientes da pesquisa foram importados e relacionados a partir do campo de codificação do domicílio. As tabelas importadas foram a caderneta de despesas das famílias e a tabela tradutora dos códigos de alimentação.

A partir disso, agruparam-se os domicílios por extrato de renda e região. O agrupamento por renda foi feito de acordo com a estratificação do IBGE (IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019) em termos de salários mínimos, R\$998, assim como o critério geográfico (distribuição entre as 5 regiões brasileiras). Esse agrupamento foi utilizado para determinar a despesa familiar média com cada produto listado. Com o uso das médias por agrupamento, espera-se contornar o problema de “falso” consumo zero, uma vez que certos produtos muitas vezes não aparecem nas despesas de algumas famílias devido à periodicidade da pesquisa (Pintos-Payeras, 2009).

Diante da grande quantidade de produtos abrangidos, o consumo foi agrupado em subgrupos, de acordo com a classificação do IBGE. Após agrupamento dos dados, as equações de demanda para os produtos foram construídas e as elasticidades-preço estimadas. O modelo AIDS, assim como a leitura e organização dos dados, foram calculados em linguagem R, no software RStudio versão 3.5.1. O pacote utilizado para a construção das equações simultâneas de demanda do modelo AIDS foi o micEconAids, versão 0.6-18.

3.2.2 Estimação do Impacto do Tributo sobre o IMC e Incidência de Diabetes

Para a estimação do impacto do tributo sobre a variação da incidência de diabetes, uma série de pressupostos têm de ser adotados. Estes pressupostos se inserem em uma espécie de “caminho lógico” da tributação de bebidas açucaradas, que compreendem o modo como a imposição de um tributo pode levar à redução da incidência de diabetes. A Figura 4 exemplifica o método deste projeto. O esquema aqui adotado assemelha-se muito com o de outros estudos na área (Briggs *et al.*, 2013; Cardoso, 2015; Lal *et al.*, 2017; Manyema *et al.*, 2014; Saxena *et al.*, 2019; Wang, 2010; Wang *et al.*, 2012).

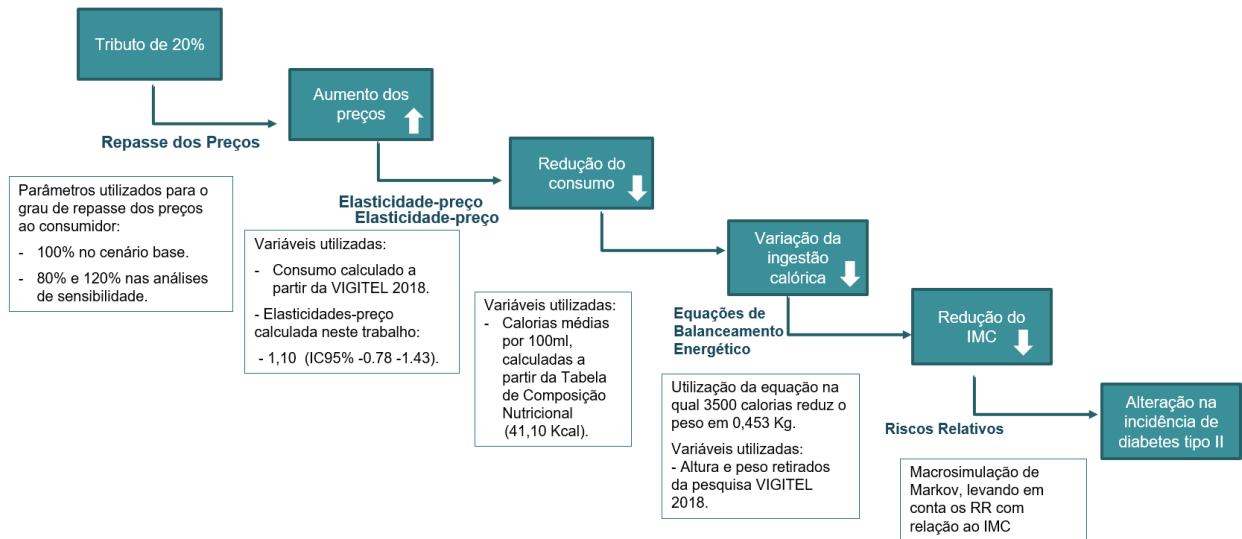


Figura 4. Lógica da metodologia adotada neste trabalho.

A introdução de um imposto sobre determinados produtos tende a provocar um aumento em seus preços finais, dado que as empresas geralmente adotam como prática o repasse da elevação nos custos ao preço do produto. A partir deste aumento dos preços, é possível estimar a redução do consumo dos produtos tributados, utilizando as elasticidade-preço da demanda.

Ao identificar a quantidade de calorias contidas nestes produtos, pode-se calcular a variação no volume energético consumido. Os dados de variação calórica, por sua vez, podem ser utilizados em uma equação de balanceamento energético, possibilitando auferir a variação de peso dos indivíduos e, consequentemente, do seu IMC.

Por fim, para a estimativa da variação da incidência de diabetes tipo 2, faz-se necessário lançar mão de um modelo, que busque analisar como as variações na exposição ao IMC podem alterar a incidência desta doença. Os detalhes de cada um dos passos, assim como as fontes de dados utilizadas, são descritos abaixo.

Aumento dos Preços

Para que o imposto tenha efeito sobre o nível de consumo, é preciso que a sua introdução ocasione uma elevação nos preços dos produtos tributados. Como descrito na secção 2.2.3, esse aumento dos preços nem sempre corresponde ao tamanho do tributo. Muitos estudos, contudo, demonstram que este aumento dos preços é de, aproximadamente, 100% (Arantxa Cochero *et al.*, 2017; Berardi *et al.*, 2016; Goiana-da-Silva *et al.*, 2018; Teng *et al.*,

2019). Dessa forma, adotou-se este valor como parâmetro para o grau de repasse do imposto no preço final no cenário base desta simulação. Ou seja, assumiu-se que a introdução de um imposto de 20%, aumentasse os preços finais dos produtos na mesma medida. Dois cenários alternativos foram testados, com graus de repasse de 80% e 120%.

Redução no Consumo

Estimativa do Consumo (em litros) de bebidas açucaradas: fonte de dados

Para estimar a variação no consumo, foram coletados os dados da ingestão de refrigerantes e sucos artificiais (refrescos) da pesquisa Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) 2018 (Ministério da Saúde, 2019).

A escolha por esta pesquisa foi motivada pela disponibilidade dos dados e sua respectiva periodicidade, uma vez que última mensuração feita com maior disponibilidade de dados do consumo de bebidas açucaradas ocorreu na POF 2007-2008, encontrando-se muito defasada. Apesar da POF 2017-2018 conter as informações de consumo, utilizadas para estimar a elasticidade-preço da seção anterior, essas estão agregadas por domicílio. Sendo assim, não se faz possível desagregar estas informações por indivíduos. Dessa forma, escolheu-se por utilizar os dados providos pela pesquisa VIGITEL 2018.

A VIGITEL é uma pesquisa bianual realizada pelo Ministério da Saúde brasileiro em todas as capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal. Esta pesquisa é um dos principais elementos do sistema de Vigilância dos Fatores de Risco das Doenças Crônicas Não Transmissíveis do país. Para o ano de 2018, foram realizadas 52.395 entrevistas, efetivadas a partir de uma amostra probabilística da população com mais de 18 anos (Ministério da Saúde, 2019).

Após a realização das entrevistas, um peso foi atribuído a cada indivíduo entrevistado, levando em conta o número de moradores na casa, a quantidade de linhas telefônicas, e variáveis sociodemográficas (sexo, faixa etária e nível de instrução), de acordo com os valores observados no censo de 2010 (Ministério da Saúde, 2019).

Codificação das Variáveis

Para esta parte do estudo, foram utilizadas as seguintes variáveis: idade, sexo e consumo de bebidas açucaradas. No Quadro 2, são apresentadas as variáveis utilizadas, extraídas da pesquisa.

Variável	Descrição da Variável	Código		Rótulo
q6	idade (anos)			
q7	sexo	1	masculino	
		2	feminino	
		888	não quis informar	
q29	freq refrigerante/suco artificial	1	1 a 2 dias por semana	
		2	3 a 4 dias por semana	
		3	5 a 6 dias por semana	
		4	todos os dias (inclusive sábado e domingo)	
		5	quase nunca	
		6	nunca	
q31a	qtd refrigerante/suco artificial	1	1 copo/latinha por dia	
		2	2 copos/latinhas por dia	
		3	3 copos/latinhas por dia	
		4	4 copos/latinhas por dia	
		5	5 copos/latinhas por dia	
		6	6 ou mais copos/latinhas por dia	
		777	não sabe	

Quadro 2. Variáveis utilizadas para mensuração de consumo.

Fonte: VIGITEL (2019)

Para derivar o consumo de bebidas açucaradas, em litros, para cada faixa etária da população, utilizou-se do valor médio da faixa de frequência do consumo e multiplicou-se pelo valor da quantidade média inserida pelo entrevistado na resposta “q31a” (isto é, se uma resposta computar consumo de 1-2 vezes na semana, de uma lata, então assumiu-se que o indivíduo consome 1,5 latas por semana). A escolha pelo valor médio entre as duas frequências deu-se para evitar problemas com subestimação ou super estimacão de consumo. O volume utilizado para correspondência de uma lata foi de 350ml, quantidade mais comum para essa medida no Brasil.

Variacão do Consumo e das Calorias Ingeridas

O cálculo da variação do consumo após a introdução do tributo foi feito a partir da elasticidade-preço calculada no presente trabalho e cuja metodologia é descrita na secção 3.2.1 Primeiramente, estimou-se a variação do consumo, em litros, a partir do valor calculado da elasticidade-preço (-1,10). O novo consumo, no cenário base, foi calculado multiplicando o consumo anterior à tributação pelo percentual de variação associado a um aumento de 20% nos preços, ou seja, redução de 22% do consumo.

Análises de sensibilidades univariadas foram aplicadas ao tributo e ao valor da elasticidade-preço. Para o primeiro parâmetro, utilizou-se de uma variação do tributo entre 10% e 30%. Para a segunda variável, a análise levou em consideração o índice de confiança estimado neste trabalho (IC 95% 0,78 – 1,43).

Variação da Ingestão Calórica

Fonte de Dados

Após realizado do cálculo do consumo total de bebidas açucaradas, por faixa de idade e sexo, foram utilizadas as Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2011), disponibilizada pelo IBGE, para calcular a quantidade de calorias ingeridas. Esta tabela foi elaborada pelo órgão em conjunto com o Ministério da Saúde. Para sua construção, foram utilizados os dados relatados pelos participantes da POF 2007-2008 a respeito do consumo alimentar, além de outras fontes de pesquisa, como a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) da Universidade Estadual de Campinas; a base de dados *Nutrition Data System for Research* (NDSR), da Universidade de Minnesota; e as informações contidas nos rótulos dos alimentos relatados (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2011).

No cenário base desta simulação, assumiu-se que toda a redução do consumo de bebidas açucaradas seria compensada por alternativas não calóricas, como água e refrigerantes *diets*. A escolha deu-se pois muito estudos relatam que bebidas açucaradas são complementares, e não bens substitutos a uma maioria dos alimentos (Colchero *et al.*, 2015; Finkelstein *et al.*, 2009; Guerrero-López, Unar-Munguía e Colchero, 2017; Jones, 2018; Teng *et al.*, 2019).

Contudo, dado que esta substituição calórica pode reduzir os efeitos da tributação, uma análise de sensibilidade foi realizada levando em consideração esses efeitos. Para a definição deste parâmetro, foi utilizado como base o estudo de Schulze *et al.* (2004), que observaram durante oito anos a correlação entre ingestão de bebidas açucaradas com o risco de diabetes e ganho de peso em 91.249 mulheres. Os pesquisadores apontam em seu estudo que mulheres que reduziram seu consumo de bebidas açucaradas possuíam uma troca energética para outras fontes calóricas variando entre 27% a 34%.

Dentro desse intervalo, o parâmetro de 33% foi escolhido por já ter sido utilizado por outros autores da área, como Wang (2010).

Codificação das Variáveis

Para o propósito deste estudo, foi realizada uma consulta nas Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil, citada acima, procurando as seguintes palavras chaves: “Refrigerante”; “Refresco”; “Suco”. Todas as observações que continham essas palavras, à exceção de sucos naturais e bebidas *lights* e *diets*, foram incluídas no processo. Uma revisão adicional em todos os alimentos foi conduzida com o objetivo de buscar elementos nomeados apenas com o nome da marca (Coca-cola e Fanta uva, por exemplo). A média do número de calorias contidas por 100 gramas foi então multiplicada pelo valor do consumo, a cada 100 ml, gerando assim o número de calorias total ingeridas. O Quadro 3 mostra as observações utilizadas para gerar o valor médio (a cada 100 gramas).

Código	Produto	Energia (kcal/100gr)
8200101	Refrigerante de cola tradicional	36,87
8200301	Refrigerante de guaraná tradicional	39,00
8200407	Sprit refrigerante tradicional	40,00
8201601	Refrigerante de guaraná light	-
8202403	Q-refresco	15,28
8203501	Refrigerante não especificado	36,87
8205402	Paraguai refrigerante tradicional	39,00
8207401	Refrigerante de guaraná diet	-
8212906	Refrigerante de quinino dietético	40,02
8500601	Refresco	46,81
8500602	Refresco de caju	46,81
8500603	Refresco de groselha	46,81
8500604	Refresco de laranja	46,81
8500605	Refresco de maracujá	46,81
8500606	Refresco de limão	46,81
8200102	Coca-cola tradicional	36,87
8200302	Guaraná tradicional	39,00
8200202	Fanta laranja tradicional	48,00
8200505	Fanta uva tradicional	48,00
8204902	Água tônica tradicional	40,02
Média		41,10

Quadro 3. Especificação dos refrigerantes e sucos artificiais utilizados como base calórica.
Fonte: Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil.

3.2.2.1 Estimativa da Redução no IMC

Fonte de Dados

Os dados de peso e IMC da população foram retirados da pesquisa VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019). Há de se destacar que, por ser um inquérito telefônico, pode ocorrer subnotificação dos casos de sobrepeso e obesidade nesta pesquisa (Borgo *et al.*, 2019). Ainda que existam estas limitações, esta parece representar um bom parâmetro para a vigilância de fatores de risco (Campos, 2011; Neves, *et al.*, 2010), além de ser a fonte mais atual de dados antropométricos da população brasileira. As variáveis utilizadas para a mensuração do IMC encontram-se no Quadro 4.

Nome da Variável	Descrição da Variável	Código	Rótulo
q6	idade (anos)		
q7	sexo	1	masculino
		2	feminino
q9	peso (kg)	777	não sabe
		888	não quis informar
q11	altura (cm)	777	não sabe
		888	não quis informar

Quadro 4. Variáveis utilizadas para mensuração do IMC.
Fonte: VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019)

Cálculo da Variável

Para calcular a variação de peso a partir deste deficit calórico cumulativo, uma das relações mais utilizadas em livros (Rolfes, 2009) e artigos científicos (Cardoso, 2015; Lin *et al.*, 2011; Smith, Lin e Lee, 2010) é a de que cada libra de redução de peso (aproximadamente 0,453 gramas) necessita de uma redução de 3500 calorias. Essa regra corresponde à um pressuposto de que a composição da perda de peso equivale a 75% de gordura e 25% de tecido magro. Embora a composição da perda de peso não seja uma constante entre os indivíduos, essa relação entre deficit calórico e perda de peso corporal pode ser muito complexa (Lin *et al.*, 2011). Sendo assim, adotou-se esta simplificação neste trabalho, dado que o objetivo é fornecer uma apenas estimativa da variação de peso e IMC.

3.2.2.2 Impacto na Variação da Incidência de Diabetes

Para a estimação do impacto do tributo sobre a variação da incidência de diabetes, adotou-se uma macrosimulação de Markov, semelhante a outros autores, discutidos na secção 2.2.3. Um modelo de Markov é uma simulação que considera os pacientes em estados discretos de saúde, na qual os indivíduos transitam entre distintos estados de saúde previamente estabelecidos (Sato e Zouain, 2010). A transição se dá através dos riscos associados à cada um dos estados. Neste caso, os quatro estados possíveis de saúde são “Sem Diabetes tipo 2”, “Com diabetes tipo 2”, “Morte por outras causas” e “Morte por Diabetes tipo 2”. A Figura 5 representa os estados de saúde.

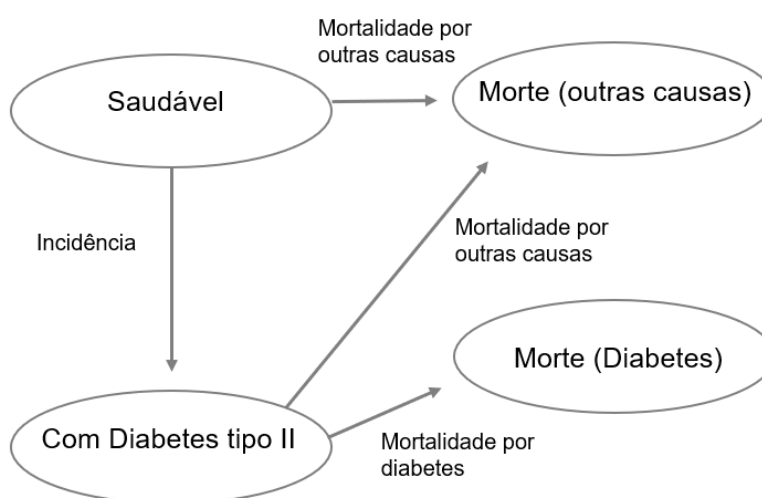


Figura 5. Transição entre os estados do modelo.
Fonte: Elaboração própria.

O modelo simula dois caminhos lógicos a serem comparados: sem a introdução e com a introdução do imposto de 20% sobre bebidas açucaradas. A partir destas duas coortes, os cálculos realizados sobre a variação do consumo e sobre a consequente variação do IMC são a linha de partida para a simulação. Para fins de análise, no cenário sem a introdução do imposto assumiu-se que todos os parâmetros continuariam estáticos, ou seja, não há variação do preço e do consumo de bebidas açucaradas, bem como do peso dos indivíduos.

Devido à limitação de dados de IMC e consumo de bebidas açucaradas para a população abaixo dos 18 anos, a simulação é feita apenas para a população adulta brasileira. Isto acaba por subestimar o potencial do tributo sobre a prevenção do desenvolvimento de diabetes na infância e adolescência (Jones, 2018), tornando-se uma limitação deste estudo.

Cálculo da Fração do Impacto Potencial

Neste modelo, as transições entre os estados são feitas através das tábuas de mortalidade, e as diferenças dos cenários são computadas através da fração de impacto potencial (*Potential Impact Fraction* ou PIF) associadas à variação do IMC. O PIF é uma medida epidemiológica que representa “a redução proporcional na incidência de certa doença, resultante de uma mudança específica na distribuição de um fator de risco na população” (Barendregt e Veerman, 2010). Na sua versão mais simples, o PIF é calculado da seguinte forma:

(28)

$$PIF = \frac{(P - P^*)(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1}$$

Em que P é a prevalência de um fator de risco antes da mudança, P^* é a prevalência após a mudança, e RR é o risco relativo dos expostos frente aos não expostos (neste caso, do IMC). A taxa de incidência da doença após esta mudança, referida como I^* , é calculada por:

(29)

$$I^* = (1 - PIF)I$$

Onde I é a incidência da doença previamente à alteração do fator de risco.

Note que o PIF se torna negativo quando ocorre um aumento na exposição do fator de risco, levando a um aumento da incidência.

Para possibilitar uma medida contínua da exposição ao fator de risco (neste caso IMC), utilizou-se da técnica descrita em Barendregt e Veerman (2010), assumindo uma distribuição contínua dos fatores de risco e funções de risco relativo para o cálculo da PIF. Apesar do uso frequente da categorização da exposição de fatores de risco (neste caso, da divisão do IMC em normal, sobrepeso e obesidade), o IMC é mais bem descrito como uma distribuição lognormal (Barendregt e Veerman, 2010).

Ainda, de acordo com os autores, uma vez que o cálculo do PIF por categorias subestima as variações de incidência nos grupos de maior risco, os efeitos de políticas públicas de combate à obesidade acabam por ser mais realistas quando estimados por cálculos

contínuos. Dessa forma, optou-se pelo uso das equações contínuas para a exposição do IMC sobre a incidência de diabetes.

A equação do PIF assumindo uma distribuição contínua do fator de risco torna-se:

(30)

$$PIF = \frac{\int_l^h RR(x)P(x)dx - \int_l^h RR(x)P^*(x)dx}{\int_l^h RR(x)P(x)dx}$$

Onde x denota os níveis de exposição que o fator de risco pode assumir, $RR(x)$ a função de risco relativo, $P(x)$ a distribuição original do fator de risco, $P^*(x)$ a distribuição do fator de risco após a intervenção, dx denota que a integral é realizada com respeito à x e h e l são os limites da integração, correspondendo ao mínimo e máximo níveis de exposição.

A função de distribuição do risco relativo ($RR(x)$) implementada, por sua vez, é estimada pela seguinte equação:

(31)

$$RR(x) = a^{x-b}$$

Em que a é o RR por unidade, b é o nível do fator de risco para o qual $RR(x) = 1$, o qual foi assumido como aproximadamente a média do IMC na categoria “normal” (21 Kg/m²).

Os cálculos foram feitos em Ms Excel, com a ajuda do Software Epigear (um plug-in do Excel, disponível em: <https://www.epigear.com/Products/EpigearXL/epigearxl.html>), que auxiliou no cálculo da integração das equações. A escolha por este método baseou-se na metodologia aplicada por Lal *et al.* (2017), Saxena *et al.* (2019), Manyema *et al.* (2016) e Veerman *et al.* (2016). As médias e desvio padrão do IMC da população, por sexo e faixa etária, foram calculadas a partir dos microdados de peso e altura dispostos na VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019), explicada na parte anterior desta seção.

Tábuas de Sobrevida e Cálculo das Transições do Modelo

De forma consistente com outros modelos de Markov, a população do modelo transita entre os estados baseando-se nas probabilidades de transição até os 95 anos ou até a morte, assumida como expectativa de vida máxima. A tabela de vida principal incorpora todas as causas de mortalidade por idade e sexo.

Uma vez que a tábua de mortalidade disponibilizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018) possui apenas a distribuição até os 80 anos de vida, foi utilizada da tábua de mortalidade com extrapolação para as idades superiores aos 80 anos, disponibilizada pelo Ministério da Previdência Social do Brasil (Ministério da Previdência Social, 2019).

Em paralelo, tábuas de vida contendo a incidência, casos fatais e prevalência da diabetes também são necessários para a modelagem. Dado que não existem dados concretos acerca da incidência de diabetes tipo 2 por idade e sexo na população brasileira, fez-se uso do *software Dismod II* para esta estimativa, de forma similar a outros autores (Lal *et al.*, 2017; Roglic *et al.*, 2005). O *Dismod II* foi desenvolvido para o estudo *Global Burden of Disease* e é frequentemente utilizado pela OMS e por pesquisadores para a estimação da incidência e mortalidade de inúmeras doenças (Roglic *et al.*, 2005).

O modelo corresponde a uma tábua de vida de múltiplos estados, que descrevem uma única doença. As duas causas de morte possíveis são pela doença (*case fatality*) e por todas as outras causas. Existem quatro estágios de transição: incidência, remissão, mortalidade associada à doença, e mortalidade por todas as outras causas. Quando a incidência e mortalidade associada à doença não estão disponíveis, o *software Dismod II* utiliza das outras estatísticas apresentadas para calcular, a partir de uma função de perda para os riscos, o valor da incidência e da mortalidade.

Das seis variáveis possíveis de imputação (incidência, remissão, mortalidade associada à doença/Risco Relativo com relação ao total de mortalidade, prevalência, duração e mortalidade total), foi necessário colocar 3 parâmetros iniciais, em conjunto com a distribuição da população (quantidade de indivíduos por idade) e da mortalidade por todas as causas, para cada idade (Roglic *et al.*, 2005).

Os dados imputados para estes estudos incluem a estrutura da população e a mortalidade por todas as causas (distribuídas por sexo e idade), a prevalência de diabetes para faixa etária e sexo, a taxa de remissão - neste caso se utilizou zero em consonância com outros autores (Lal *et al.*, 2017; Roglic *et al.*, 2005), e a estimativa de RR de morte de indivíduos com diabetes. Para este último parâmetro, utilizou-se dos dados retirados de Roglic *et al.* (2005), derivados a partir de um conjunto de estudos descritos pelos autores. Todos os outros parâmetros foram retirados de fontes de dados brasileiras. O Quadro 5 mostra as fontes da extração de cada um dos dados.

Parâmetro	Fonte
Distribuição da população brasileira por idade e sexo.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020).
Tábuas de Mortalidade por todas as causas, Brasil.	Ministério da Previdência Social (2019).
Prevalência de Diabetes tipo 2, por faixa etária e sexo.	Ministério da Saúde (2019).
RR da mortalidade por diabetes tipo 2.	Roglic <i>et al.</i> (2005).

Quadro 5. Fontes de dados utilizadas para a estimação no software Dismod II.

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez calculadas e extraídas as tábuas de mortalidade geral e específicas para diabetes tipo 2, as transições entre os distintos estados ocorre a partir da sua aplicação sobre a população brasileira. A Figura 6 mostra como ocorrem as transições em função das tábuas de mortalidade.

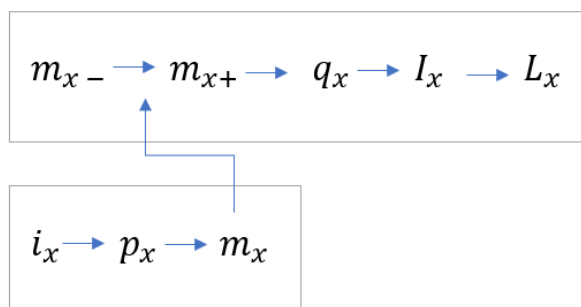


Figura 6. Interações entre os parâmetros da doença e as tábuas de sobrevivência.

Fonte: elaboração própria com base em Jones (2018). Nota: x representa a idade, i a incidência de diabetes, p a prevalência de diabetes, m a mortalidade, q a probabilidade de morte, I a quantidade de sobreviventes e L a quantidade de anos de vida. O parâmetro “-” exclui diabetes e o parâmetro “+” inclui diabetes.

Especificações do Modelo

O modelo replica a estrutura da população brasileira em 2020, a partir da distribuição por sexo e idade extraída da base de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020). As taxas de mortalidade por todas as causas (de 2018, último dado disponível) foram extraídas do Ministério da Previdência Social (Ministério da Previdência Social, 2019), que, como já descrito, gera uma extrapolação dos dados providos pelo IBGE

(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018) para a população acima de 80 anos, idade máxima dos dados originais do instituto.

Os indivíduos transitam entre os estados de saúde através das tábuas de incidência e mortalidade de diabetes (extraídas a partir do *software* Dismod II), bem como da mortalidade por outras causas. A variação do modelo antes e após a implementação se dá a partir do cálculo do PIF e seu impacto na incidência de diabetes tipo 2. O horizonte temporal do modelo é de 5 anos e a taxa de desconto adotada foi de 5%. A modelagem foi feita em Excel versão 2018. As faixas etárias utilizadas na simulação foram adaptadas para corresponder às expressas no risco relativo, mencionada a seguir. Sendo assim, a população adulta foi dividida da seguinte maneira: 18 a 24 anos; 25 a 29 anos; 30 a 34 anos; 35 a 39 anos; 40 a 44 anos; 45 a 49 anos; 50 a 54 anos; 55 a 59 anos; 60 a 64 anos; 65 a 69 anos; 70 a 74 anos; 75 a 79 anos; e acima de 80 anos de idade.

Risco Relativo de Diabetes tipo 2 frente ao IMC

Para avaliar a diferença da incidência de diabetes tipo 2 antes e após a tributação, é preciso entender como a variação do IMC afeta o risco de desenvolver esta doença. Para este estudo, utilizou-se dos riscos relativos encontrados pelo estudo *The GBD 2015 Obesity Collaborators* (2017). A escolha por esta referência deu-se pela ampla análise feita pelos autores em 195 países, diferente da maioria das análises que focam apenas em um país. Ainda, a disponibilidade de riscos mensurados de forma contínua (por 5 unidades de aumento do IMC) e por faixa etária, possibilita mais acurácia para a simulação. Os riscos utilizados são os mesmos para ambos os sexos, e encontram-se na Tabela 3. Para a análise de sensibilidade, utilizou-se do Índice de Confiança.

Faixa etária	Risco	IC (95%)
18-24*	3,55	(2,51 - 5,23)
25-29	3,55	(2,51 - 5,23)
30-34	3,46	(2,51 - 4,69)
35-39	3,35	(2,80 - 3,92)
40-44	3,16	(2,69 - 3,70)
45-49	2,86	(2,45 - 3,31)
50-54	2,62	(2,22 - 3,04)
55-59	2,42	(2,09 - 2,78)
60-64	2,22	(2,61 - 1,87)
65-69	2,05	(1,72 - 2,33)
70-74	1,90	(1,60 - 2,23)
75-79	1,74	(1,44 - 2,08)
80+	1,46	(1,21 - 1,76)

Tabela 3. Riscos relativos da diabetes por 5kg/m².

Fonte: The GBD 2015 Obesity Collaborators (2017). Notas:* os dados originais dos autores comportam faixas etárias acima dos 25 anos. A faixa etária de 18 a 24 anos foi então adicionada, utilizando o risco relativo da idade mais próxima.

Análise

As análises foram conduzidas em Microsoft Excel com um *plug-in* para a análise de risco e cálculo do PIF (EpiGear). Códigos em *Visual Basic* foram adicionados para comportar a simulação de cada uma das idades da população durante os 5 anos. Os resultados do modelo foram expressos a partir das diferenças na incidência, prevalência e mortalidade por diabetes tipo 2, impactando nos anos de vida ganhos da população ao final do horizonte temporal.

4. Resultados

4.1 Estimação da Elasticidade-Preço

Análise Descritiva da Base de Dados

A base de dados da Caderneta de Despesas Coletivas da POF 2017-2018, utilizada para a construção da elasticidade-preço das bebidas açucaradas, possui um total de 789.995 registos de 50.320 domicílios distintos. A base é composta por 22 variáveis, das quais foram utilizadas 7 para a análise: unidade federativa do domicílio; renda total familiar; código do produto; preço pago pela mercadoria, quantidade adquirida (em Kg) do produto; código UPA e número do domicílio (as duas últimas utilizadas para a construção de um identificador único por domicílio).

A Tabela 4 apresenta a quantidade de registos ao agregar as duas variáveis utilizadas para a segmentação: renda e região.

	Até 2SM	2 até 3 SM	3 até 6 SM	6 até 15 SM	15 até 25 SM	Mais de 25 SM
Centro-Oeste	8914 (1,23%)	38615 (5,34%)	13832 (1,91%)	6617 (0,92%)	5529 (0,76%)	4476 (0,62%)
Nordeste	79674 (11,2%)	123387 (17,07%)	26590 (3,68%)	11407 (1,58%)	6954 (0,96%)	4023 (0,56%)
Norte	35612 (4,93%)	45828 (6,34%)	10786 (1,49%)	4537 (0,63%)	2360 (0,33%)	1659 (0,23%)
Sudeste	24139 (3,34%)	86420 (11,95%)	32030 (4,43%)	15772 (2,28%)	10622 (1,47%)	7176 (0,99%)
Sul	11757 (1,63%)	55601 (7,69%)	24782 (3,43%)	12970 (1,79%)	7040 (0,97%)	3914 (0,54%)

Tabela 4. Número de registos por região e renda.

Fonte: elaboração própria com dados da POF 2017-2018. Nota: SM = Salários Mínimos.

Apesar da classificação por renda mensal familiar não levar em consideração a quantidade de indivíduos na residência, este método foi adotado neste trabalho para mantê-lo alinhado à classificação do IBGE, instituto que realiza a POF. Mas realizou-se adicionalmente uma análise com a segmentação por renda *per capita* domiciliar, a partir da escala modificada

da OCDE (*OCDE modified equivalence scale*) proposta por Hagenaars, Asghar Zaidi e Vos, de (1995).

Na Tabela 5 pode ser vista a distribuição de registos por cesta de produtos. Observa-se uma grande quantidade de registos em Panificados (18,12%), Leite e derivados (10,04%) e Legumes e Verduras (8,66%).

Produto	Quantidade de Registos	Percentual (%)
Açúcares e derivados	34170	4,33%
Alimentos preparados	11845	1,50%
Aves e ovos	41180	5,21%
Bebidas e infusões	32316	4,09%
Carnes, vísceras e pescados	67248	8,51%
Cereais, leguminosas e oleaginosas	36629	4,64%
Enlatados e conservas	8077	1,02%
Farinhas, féculas e massas	39127	4,95%
Frutas	58357	7,39%
Legumes e verduras	68446	8,66%
Leites e derivados	79283	10,04%
Óleos e gorduras	11813	1,50%
Outros	7382	0,93%
Panificados	143161	18,12%
Refrigerantes e Refrescos	26579	3,36%
Sal e condimentos	33510	4,24%
Tubérculos e raízes	23900	3,03%
NA	66972	8,48%

Tabela 5. Quantidade de registos por grupo de produtos.

Fonte: elaboração própria com dados da POF 2017-2018.

Na base final, utilizada para a construção do sistema de demanda, foram excluídos os registos sem códigos preenchidos para um grupo de despesa, expostos na base como NA. Assim, foram excluídos 66.972 registos, 8,48% da base, resultando em um total de 723.023 observações utilizadas.

As categorias de despesa foram agrupadas de acordo com a segmentação dos domicílios (por renda e região), e calculou-se o montante total despendido por cada um dos produtos. A Tabela 6 mostra o valor total gasto com a categoria Refrigerantes e Refrescos, a parcela correspondente do orçamento de cada segmentação (percentual gasto com estes produtos, com relação à soma do total gasto com todos os produtos), a soma da quantidade consumida e o preço médio por cada quilograma de refrigerante ou refresco.

Grupo	Valor Gasto	Parcela do Orçamento	Soma das Quantidades (Kg)	Preço Médio
Centro-Oeste - Até 2SM	R\$ 2.149,14	2,99%	807,98	R\$ 2,66
Centro-Oeste - Entre 2 e 3 SM	R\$ 10.706,37	3,22%	4302,422	R\$ 2,49
Centro-Oeste - Entre 3 e 6 SM	R\$ 4.079,16	3,14%	1583,774	R\$ 2,58
Centro-Oeste - Entre de 6 a 15 SM	R\$ 1.590,49	2,40%	899,314	R\$ 1,77
Centro-Oeste - Entre de 15 a 25 SM	R\$ 1.678,11	3,13%	907,266	R\$ 1,85
Centro-Oeste - Mais de 25 SM	R\$ 1.106,14	2,30%	1179,967	R\$ 0,94
Nordeste - Até 2 SM	R\$ 11.472,82	2,33%	14862,367	R\$ 0,77
Nordeste - Entre 2 e 3 SM	R\$ 22.531,98	2,68%	32106,477	R\$ 0,70
Nordeste - Entre 3 e 6 SM	R\$ 6.409,19	3,15%	10017,162	R\$ 0,64
Nordeste - Entre de 6 a 15 SM	R\$ 2.472,56	2,77%	3897,536	R\$ 0,63
Nordeste - Entre de 15 a 25 SM	R\$ 1.489,16	2,49%	2581,701	R\$ 0,58
Nordeste - Mais de 25 SM	R\$ 942,54	2,28%	1150,527	R\$ 0,82
Norte - Até 2 SM	R\$ 5.782,24	2,25%	4355,746	R\$ 1,33
Norte - Entre 2 e 3 SM	R\$ 8.573,66	2,35%	7711,013	R\$ 1,11
Norte - Entre 3 e 6 SM	R\$ 3.057,08	3,21%	3602,718	R\$ 0,85
Norte - Entre de 6 a 15 SM	R\$ 1.517,89	3,55%	1951,507	R\$ 0,78
Norte - Entre de 15 a 25 SM	R\$ 676,44	2,82%	813,218	R\$ 0,83
Norte - Mais de 25 SM	R\$ 382,14	2,20%	529,463	R\$ 0,72
Sudeste - Até 2 SM	R\$ 4.048,80	2,46%	1841,032	R\$ 2,20
Sudeste - Entre 2 e 3 SM	R\$ 20.291,14	3,13%	9104,527	R\$ 2,23
Sudeste - Entre 3 e 6 SM	R\$ 8.840,95	3,43%	5023,914	R\$ 1,76
Sudeste - Entre de 6 a 15 SM	R\$ 5.143,23	3,73%	2909,413	R\$ 1,77
Sudeste - Entre de 15 a 25 SM	R\$ 2.822,61	3,02%	1887,752	R\$ 1,50
Sudeste - Mais de 25 SM	R\$ 1.933,38	2,49%	1227,501	R\$ 1,58
Sul - Até 2 SM	R\$ 3.165,75	3,80%	988,946	R\$ 3,20
Sul - Entre 2 e 3 SM	R\$ 16.773,85	4,09%	6870,598	R\$ 2,44
Sul - Entre 3 e 6 SM	R\$ 7.800,69	3,89%	3537,528	R\$ 2,21
Sul- Entre de 6 a 15 SM	R\$ 3.766,00	3,48%	1892,808	R\$ 1,99
Sul - Entre de 15 a 25 SM	R\$ 1.881,80	3,07%	1110,916	R\$ 1,69
Sul- Mais de 25 SM	R\$ 1.098,28	2,75%	828,47	R\$ 1,33

Tabela 6. Valor despendido e parcela de orçamento consumida em bebidas açucaradas, por grupos.
Fonte: elaboração própria com dados da POF 2017-2018.

Conforme observado na Tabela 6, o total gasto com a categoria Refrigerantes e Refrescos corresponde a uma média de 2,95% do total do orçamento domiciliar gasto com todos os produtos de alimentação, variando de 2,20% (Região Norte, domicílios com mais de 25

salários mínimos) até 4,09% (Região Sul, domicílios com renda entre 2 e 3 salários mínimos).

A média do valor gasto anualmente com esta categoria entre todos os grupos é de R\$ 5.472,79, e a mediana é de R\$ 3.111,42. Por sua vez, a média anual de quantidade de quilogramas consumidos é de 1.922,16 Kg e uma mediana de 4.349,45 Kg.

Resultados das Elasticidades-preço

A partir dos dados da parcela do orçamento gasta, das quantidades consumidas e dos preços médios dos produtos, para cada segmentação de renda e região (como exemplificado na Tabela 6 para o grupo de “Refrigerantes e Refrescos”), calculou-se um sistema de demanda utilizando a técnica descrita na secção da metodologia (3.2.1).

Como resultado, encontrou-se uma elasticidade-preço dos refrigerantes e refrescos de -1,10 (IC95%, -0,78 a -1,43). Isso significa que, uma variação de um ponto percentual no preço destes produtos implica em uma redução da quantidade demandada em 1,10 pontos, uma variação mais do que proporcional ao aumento de preços. A demanda por estes produtos demonstra ser, portanto, elástica. A Tabela 7 traz os valores calculados para a elasticidade-preço, o erro padrão, o intervalo de confiança e valor-p da estimação.

Elasticidade-Preço	Erro Padrão	Intervalo de Confiança (95%)	Valor-p
-1,10	0,165	-0,78 a -1,43	<0,001

Tabela 7. Estimativas da elasticidade-preço.

As condições de adição, homogeneidade, monotonicidade e simetria (ver secção 3.2.1) foram satisfeitas pelo modelo em todas as observações, de acordo com os testes realizados em linguagem R, e os resultados encontram-se no Apêndice 1.

Os valores dos coeficientes alpha, beta e gama utilizados para a construção da equação 13, demonstrada na metodologia (secção 3.2.1), para o cálculo da elasticidade-preço na categoria “Refrigerantes e Refrescos”, podem ser visualizados na tabela abaixo.

Variável	Valor	Desvio Padrão	p-valor
alpha (intercepto)	-0,01	0,032	0,568
beta (coeficiente da despesa total)	0,003	0,002	0,10
gama (coeficiente do próprio preço)	-0,003	0,004	< 0,001

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes extraídos do modelo.

A partir da Tabela 8 é possível observar que o valor de alpha, intercepto do modelo, é negativo e não significativo. Da mesma forma, o coeficiente da despesa total (beta) também não é estatisticamente significativo ao adotarmos um intervalo de confiança de 95%. Somente em um intervalo de 90% este parâmetro torna-se significativo. Apesar da falta de significância nos dois coeficientes, gama (o coeficiente do próprio preço) é negativo e significativo, validando o parâmetro de elasticidade-preço calculado neste estudo.

A elasticidade-preço calculada a partir da escala modificada da OCDE apresentou pequenas variação dos resultados, com valor de -1.08, ou seja, apenas 2% abaixo da elasticidade de -1,10 encontrada sem este agrupamento. Considerando a pequena diferença no resultado, decidiu-se por manter o método utilizado pelo IBGE, de agrupamento por renda familiar.

4.2 Estimação do Impacto sobre IMC e incidência de Diabetes

Análise Descritiva das Variáveis Utilizadas

Consumo de Bebidas Açucaradas

Foram analisadas 24.731 observações, do total de 52.395 entrevistas disponibilizadas na base de dados VIGITEL 2018, que responderam às questões de frequência e quantidade de consumo de bebidas açucaradas. A grande quantidade de observações faltantes para a análise se deve, principalmente, à falta de informações sobre o volume da quantidade consumida. Por isso, optou-se por excluir da base de dados estas observações.

A Tabela 9 mostra, para a base final utilizada, o total de entrevistados, por sexo, para cada uma das faixas etárias, bem como sua proporção dentro do total da amostra.

Sexo	Faixa etária	Contagem	Proporção (%)
Masculino	18-24*	1113	11,42%
Masculino	25-29	685	7,03%
Masculino	30-34	681	6,99%
Masculino	35-39	668	6,86%
Masculino	40-44	704	7,23%
Masculino	45-49	683	7,01%
Masculino	50-54	902	9,26%
Masculino	55-59	849	8,71%
Masculino	60-64	962	9,87%
Masculino	65-69	883	9,06%
Masculino	70-74	682	7,00%
Masculino	75-79	486	4,99%
Masculino	80+	445	4,57%
Feminino	18-24*	1096	7,31%
Feminino	25-29	689	4,60%
Feminino	30-34	866	5,78%
Feminino	35-39	928	6,19%
Feminino	40-44	1091	7,28%
Feminino	45-49	1014	6,77%
Feminino	50-54	1436	9,58%
Feminino	55-59	1446	9,65%
Feminino	60-64	1647	10,99%
Feminino	65-69	1516	10,11%
Feminino	70-74	1301	8,68%
Feminino	75-79	955	6,37%
Feminino	80+	1003	6,69%

Tabela 9. Proporção da amostra por sexo e faixa etária.

Fonte: elaboração própria com dados da VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019).

Percebe-se uma maior proporção da amostra na faixa etária de 18 a 24 anos para o sexo masculino (11,42%), ao passo que a faixa etária mais frequente para o sexo feminino é a de 60 a 64 anos (10,99%). Em relação à faixa etária com menor frequência, percebe-se que, para os homens, esta situa-se na categoria 80 anos ou mais, e para as mulheres na faixa etária de 25 a 29 anos.

O consumo de bebidas açucaradas, extraído a partir desta amostra da população, demonstrou-se muito heterogêneo entre sexos e faixas etárias, com um maior consumo na população jovem masculina (150 litros ao ano para a população masculina de 18 a 24 anos) e um consumo mais reduzido na população feminina de 75 a 79 anos (24,53 litros anuais). Ao se observar os Gráficos 3 e 4, verifica-se que a população masculina apresenta um consumo superior de bebidas açucaradas, ratificada pelo teste de Wilcoxon para a

comparação das medianas dos dois grupos (valor-p <0,001). Os *boxplots* abaixo apresentam a visualização da distribuição do consumo anual por faixa etária, para o sexo masculino (Gráfico 3) e feminino (Gráfico 4).

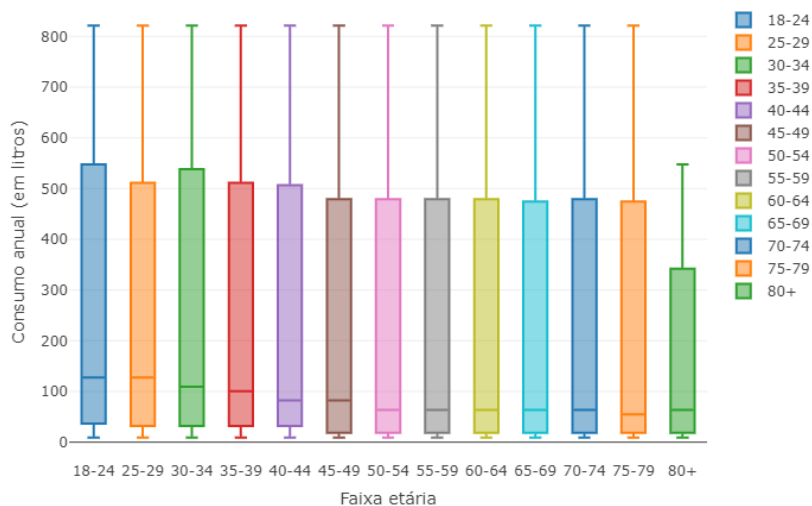


Gráfico 3. Boxplot, por faixa etária, do consumo em litros de bebidas açucaradas para o sexo masculino.

Fonte: elaboração própria com dados da VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019).

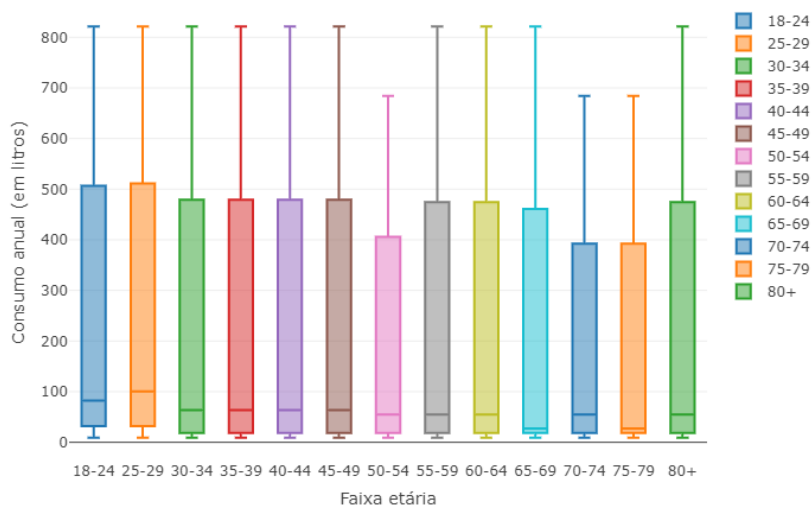


Gráfico 4. Boxplot, por faixa etária, do consumo em litros de bebidas açucaradas para o sexo feminino.

Fonte: elaboração própria com dados da VIGITEL 2018 (Ministério da Saúde, 2019).

O grande intervalo entre o terceiro quartil e o ponto máximo das séries, em ambos os gráficos, demonstra que alguns indivíduos têm um consumo anual muito alto, quando

comparado com o restante da população. Essa alta ingestão de bebidas açucaradas é preocupante, tendo em vista seus efeitos sobre o peso e outras comorbilidades.

As caixas alongadas, de ambos os gráficos, também demonstram uma grande variação do consumo, com um intervalo interquartil de até 145,99 litros de consumo para o sexo feminino nas faixas etárias de 25-29 anos e 209,86 litros para o sexo masculino de 18-24 anos. Os menores intervalos interquartis, por sua vez, são de 72,99 litros para o sexo feminino e 100,36 litros nas idades de 75 a 79 anos.

A partir da realização do teste de Kruskal-Wallis, detetou-se que as distribuições do consumo entre as faixas etárias são estatisticamente diferentes (p -valor $< 0,001$), tanto na população feminina quanto na população masculina.

Variação do Consumo Frente à Tributação

Para esta estimação, utilizou-se a média de consumo de bebidas açucaradas e a elasticidade-preço estimada (-1,10). Assumiu-se, no cenário base, o grau de repasse de 100% dos preços ao consumidor, de acordo com a elasticidade-preço, fazendo com que um aumento de 20% nos preços impactasse em uma redução de 22% do consumo. Como resultado, a variação do consumo, em litros, é exposta no Gráfico 5.

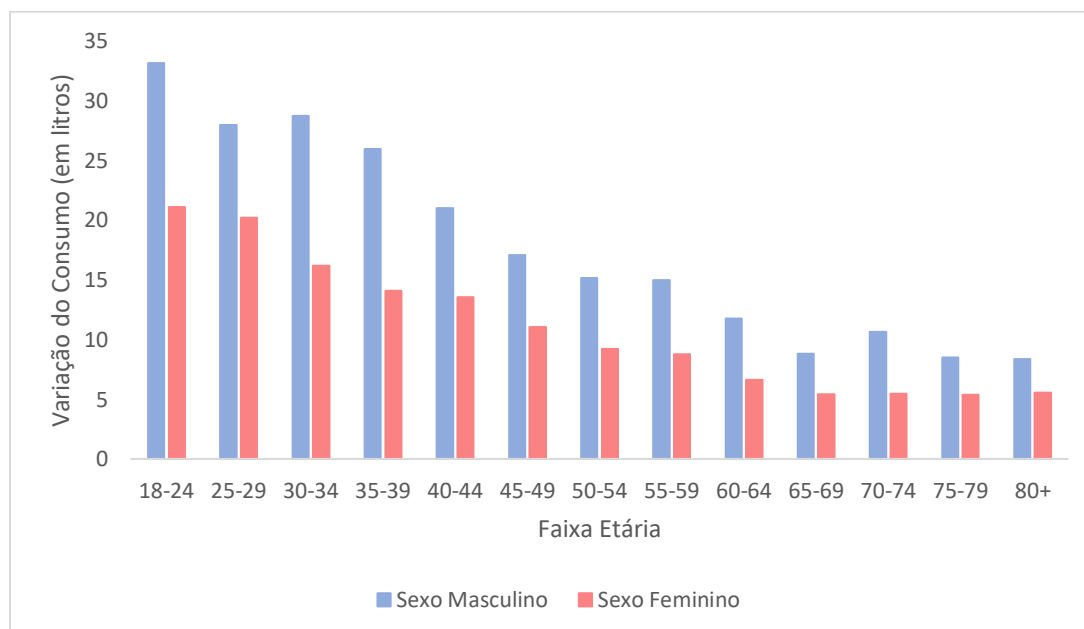


Gráfico 5. Estimativa da variação do consumo anual, em litros por sexo e faixa etária.

Uma vez que não foram estimadas distintas elasticidades-preços por faixa etária, as grandezas com relação à variação de consumo estão diretamente associadas com o volume consumido por cada grupo: quanto maior o consumo antes da tributação, maior a redução após a sua implementação. Dessa forma, o grupo com maior redução de consumo anual estimado é o de homens de 18 a 24 anos (variação de 33,15 litros anuais), ao passo que o grupo com menor redução foi o de mulheres entre 75 e 79 anos (-5,37 litros anuais). Isso porque estes são os grupos que representam maior e menor consumo, respetivamente, em um cenário sem a incidência de tributação.

Ainda que a variação pareça pequena em termos absolutos, o alto valor calórico contido nas bebidas açucaradas faz com que esta variação na quantidade represente significativa redução energética. Neste trabalho, como descrito na seção de metodologia, estimou-se que cada 100ml de bebidas açucaradas possui aproximadamente 41,10 kcal. Os resultados da variação energética podem ser visualizados no Gráfico 6.

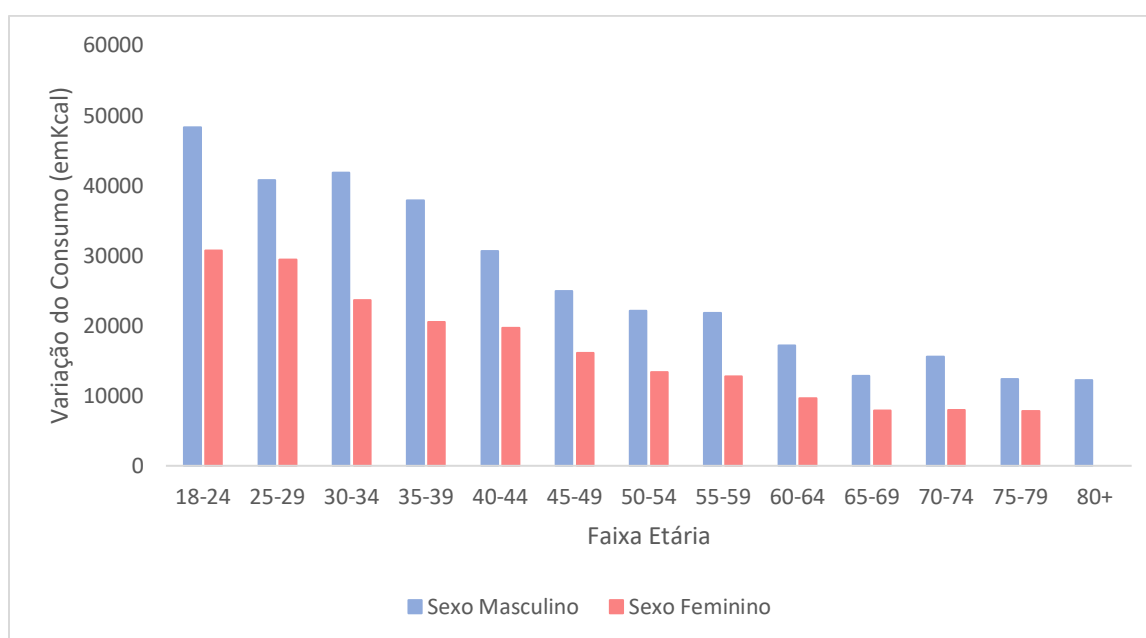


Gráfico 6. Estimativa de variação energética anual, em quilocalorias, por sexo e faixa etária.

Resultados da Variação do IMC

Peso e IMC foram calculados com os dados da VIGITEL 2018, e as médias e desvios-padrão foram extraídos para a análise, por sexo e faixa etária. Conforme a Tabela 10, percebe-se que uma maioria dos grupos (sinalizados em vermelho na tabela) possuem uma média de IMC acima de 25 Kg/m², ou seja, acima do considerado um IMC normal pelos critérios da OMS (World Health Organization., 2000). Apenas a faixa etária mais jovem dos

homens (18 a 24 anos) e as duas primeiras faixas-etárias das mulheres (18 a 24 anos e 25 a 29 anos) possuem um IMC médio abaixo deste valor.

O maior IMC observado no sexo Masculino está na categoria de 40 a 44 anos (27,57), e o maior observado no sexo feminino é de 26,97 na faixa etária de 70 a 74 anos.

Sexo	Faixa etária	Peso médio	IMC médio	Desvio Padrão IMC
Masculino	18-24	75,00	24,43	4,456
Masculino	25-29	80,27	25,95	4,538
Masculino	30-34	82,09	26,98	4,802
Masculino	35-39	82,77	27,30	4,878
Masculino	40-44	83,05	27,57	4,426
Masculino	45-49	81,36	27,28	4,463
Masculino	50-54	81,04	27,40	4,686
Masculino	55-59	79,68	27,19	4,670
Masculino	60-64	78,67	27,12	4,355
Masculino	65-69	77,62	27,00	4,362
Masculino	70-74	76,67	26,63	4,399
Masculino	75-79	74,56	26,21	4,392
Masculino	80+	72,03	25,57	3,919
Feminino	18-24	61,06	23,09	4,26
Feminino	25-29	64,68	24,42	4,50
Feminino	30-34	66,22	25,22	4,83
Feminino	35-39	67,61	25,90	4,85
Feminino	40-44	68,21	26,32	5,18
Feminino	45-49	67,86	26,53	5,31
Feminino	50-54	67,02	26,26	4,69
Feminino	55-59	67,45	26,72	5,18
Feminino	60-64	67,44	26,86	4,97
Feminino	65-69	67,07	26,97	5,01
Feminino	70-74	65,92	26,67	5,11
Feminino	75-79	65,19	26,48	4,99
Feminino	85+	63,33	25,96	5,03

Tabela 10. Média de peso e IMC da população, por sexo e faixa etária.

Utilizando os dados de variação calórica e a equação de balanceamento energético descrita na metodologia (secção 3.2.2), estimou-se a redução de peso associada ao tributo e, posteriormente, a respetiva variação no IMC (Tabela 11). Os resultados variaram entre -0,29 Kg para mulheres entre 75 e 79 anos e -1,8 Kg para homens da faixa etária dos 18 a 24 anos, no primeiro ano de tributação. A média geral de variação de peso foi de -0,8Kg (-1Kg para o sexo masculino e -0,6 Kg para o sexo feminino) no ano 1 da política e de -3,83 Kg (-4,75 Kg para homens e -2,91 Kg para mulheres). Com relação ao IMC, a média de

perda acumulada em 5 anos foi de -1,37 Kg/m² (-1,57Kg/m² nos homens e -1,18 Kg/m² nas mulheres).

Sexo	Faixa etária	Redução de peso (1 ano)	Redução do IMC (1 ano)	Acum. Peso (5 anos)	Acum. IMC (5 anos)
Masculino	18-24	-1,76	-0,57	-8,82	-2,86
Masculino	25-29	-1,49	-0,48	-7,44	-2,38
Masculino	30-34	-1,53	-0,50	-7,64	-2,52
Masculino	35-39	-1,38	-0,46	-6,91	-2,25
Masculino	40-44	-1,12	-0,37	-5,59	-1,81
Masculino	45-49	-0,91	-0,31	-4,54	-1,51
Masculino	50-54	-0,81	-0,27	-4,03	-1,33
Masculino	55-59	-0,80	-0,27	-3,98	-1,33
Masculino	60-64	-0,63	-0,22	-3,13	-1,05
Masculino	65-69	-0,47	-0,16	-2,34	-0,78
Masculino	70-74	-0,57	-0,20	-2,84	-0,98
Masculino	75-79	-0,45	-0,16	-2,26	-0,81
Masculino	80+	-0,45	-0,16	-2,23	-0,83
Feminino	18-24	-1,12	-0,42	-5,61	-2,11
Feminino	25-29	-1,07	-0,41	-5,37	-2,02
Feminino	30-34	-0,86	-0,33	-4,31	-1,66
Feminino	35-39	-0,75	-0,29	-3,74	-1,45
Feminino	40-44	-0,72	-0,28	-3,60	-1,42
Feminino	45-49	-0,59	-0,23	-2,93	-1,19
Feminino	50-54	-0,49	-0,19	-2,45	-0,98
Feminino	55-59	-0,47	-0,18	-2,33	-1,00
Feminino	60-64	-0,35	-0,14	-1,76	-0,77
Feminino	65-69	-0,29	-0,12	-1,44	-0,64
Feminino	70-74	-0,29	-0,12	-1,45	-0,68
Feminino	75-79	-0,29	-0,12	-1,43	-0,68
Feminino	80+	-0,22	-0,12	-1,48	-0,70

Tabela 11. Variação do peso e IMC, por 1 ano e acumulada em 5 anos, por sexo e faixa etária.

Essa variação do peso refletiu-se diretamente na variação do IMC de cada um dos grupos. Apesar da variação anual ser modesta, em 5 anos a variação acumulada chega a quase 3 Kg/m² no grupo dos 18 a 24 anos do sexo masculino. Em determinadas faixas etárias, essa variação é menos expressiva (-0,64 Kg/m² em mulheres de 65 a 69 anos, por exemplo).

Uma vez que a variação do peso e, consequentemente do IMC, foi estimada a partir de uma equação de balanceamento energético simplificada, a redução de peso é igual ao longo dos 5 anos do horizonte temporal definido. Como consequência, os resultados mostram uma queda proporcional no IMC ao longo do horizonte. Esse impacto na variação

do IMC determina a fração do impacto potencial associado à incidência de diabetes, resultado principal deste estudo.

Resultados sobre a Incidência de Diabetes

A partir dos resultados em termos de redução do IMC, as frações de impacto potencial (PIF) foram calculadas de acordo com a metodologia expressa na secção 3.2.2. A Tabela 12 mostra as frações de impacto potencial, em cada um dos 5 anos, para cada sexo e faixa etária, levando em consideração à variação do IMC expressa na Tabela 11, e os riscos relativos expressos na Tabela 3.

Sexo	Faixa etária	PIF Ano 1	PIF Ano 2	PIF Ano 3	PIF Ano 4	PIF Ano 5
Masculino	18-24	0,16	0,30	0,41	0,50	0,57
Masculino	25-29	0,14	0,26	0,36	0,45	0,53
Masculino	30-34	0,15	0,27	0,37	0,46	0,54
Masculino	35-39	0,13	0,24	0,34	0,43	0,50
Masculino	40-44	0,09	0,18	0,26	0,33	0,39
Masculino	45-49	0,07	0,14	0,20	0,26	0,31
Masculino	50-54	0,05	0,11	0,16	0,21	0,26
Masculino	55-59	0,05	0,10	0,15	0,19	0,24
Masculino	60-64	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17
Masculino	65-69	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12
Masculino	70-74	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13
Masculino	75-79	0,02	0,04	0,06	0,07	0,09
Masculino	80+	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06
Feminino	18-24	0,12	0,22	0,31	0,38	0,45
Feminino	25-29	0,12	0,22	0,32	0,40	0,46
Feminino	30-34	0,11	0,20	0,28	0,35	0,41
Feminino	35-39	0,09	0,17	0,24	0,31	0,36
Feminino	40-44	0,09	0,16	0,23	0,29	0,35
Feminino	45-49	0,07	0,13	0,18	0,23	0,28
Feminino	50-54	0,05	0,09	0,13	0,16	0,20
Feminino	55-59	0,05	0,09	0,13	0,16	0,19
Feminino	60-64	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13
Feminino	65-69	0,03	0,05	0,06	0,08	0,10
Feminino	70-74	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09
Feminino	75-79	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08
Feminino	80+	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05

Tabela 12. Fração de Impacto Potencial da redução do IMC sobre a incidência de diabetes, por sexo e faixa etária.

Como a PIF está diretamente relacionada com a variação do fator de risco e com o risco relativo, as faixas etárias com um maior PIF foram aquelas com maior variação do IMC (faixas etárias mais jovens, dos 18-24; 25-29 e 30 a 34 anos), bem como àquelas com um maior risco relativo de diabetes a cada 5 Kg/m² de variação (as 3 faixas etárias mais jovens são as que apresentam maior risco associado de 3,55; 3,55 e 3,46, respetivamente).

Em função do menor risco relativo do IMC frente à incidência de diabetes na população acima de 80 anos (1,46 a cada 5kg/m²), em conjunto com a reduzida variação no IMC provocado pela política (dado o baixo consumo de bebidas açucaradas pela população desta idade), a PIF calculada para esta população acima de 80 anos é baixa, o que produz pouco efeito sobre a variação de incidência.

Ao aplicar os resultados da PIF sobre a incidência de diabetes tipo 2 em cada um dos grupos, é possível calcular a redução da incidência desta comorbilidade, impactando na prevalência futura e na mortalidade causada pela doença. Os dados da variação da incidência, prevalência e mortalidade por idade e sexo, estão disponíveis no Apêndice 2 deste trabalho.

Conforme se verifica nas Tabelas Suplementares dispostas no Apêndice, 2 a introdução de um imposto sobre bebidas açucaradas reduziria de forma modesta as taxas de incidência e prevalência de diabetes. Ao longo do acumulado em 5 anos, as maiores mudanças na prevalência de diabetes ocorreriam na população masculina do grupo de 50 a 54 anos (-0,014) e na população feminina dos 55 a 59 anos (-0,010). As menores variações, por sua vez, estão nos grupos acima de 80 anos, para ambos os sexos (-0,001). Estas variações na taxa de prevalência são consequências diretas da redução da incidência em cada um dos grupos.

Embora as reduções sejam modestas, ao aplicarmos as taxas sobre a quantidade existente de indivíduos na população brasileira em cada uma das faixas etárias, é possível verificar uma grande variação dos anos de vida ganhos associados a esta política. No total dos 5 anos, a incidência de diabetes seria reduzida em 472.628 casos e a prevalência em 342.807 casos.

Este trabalho encontrou um potencial total de 11.187 anos de vida ganhos em 5 anos da introdução de um imposto de 20% sobre bebidas açucaradas no Brasil. O maior impacto reside sobre a população masculina (6.494 anos de vida ganhos), quando comparado a população feminina (4.694 anos de vida ganhos). A Tabela 13 mostra o total de anos de vida ganhos acumulados em 5 anos de política, para cada sexo e faixa etária.

Sexo	Faixa etária	Anos de Vida Ganhos
Masculino	18-24	260,82
Masculino	25-29	174,34
Masculino	30-34	354,10
Masculino	35-39	789,41
Masculino	40-44	639,63
Masculino	45-49	966,40
Masculino	50-54	1654,42
Masculino	55-59	1130,68
Masculino	60-64	174,03
Masculino	65-69	201,75
Masculino	70-74	170,82
Masculino	75-79	9,48
Masculino	80+	0,00
Feminino	18-24	64,66
Feminino	25-29	264,41
Feminino	30-34	201,35
Feminino	35-39	98,46
Feminino	40-44	179,14
Feminino	45-49	320,35
Feminino	50-54	594,21
Feminino	55-59	1033,57
Feminino	60-64	845,99
Feminino	65-69	425,64
Feminino	70-74	455,02
Feminino	75-79	242,73
Feminino	80+	0,01

Tabela 13. Anos de vida ganhos acumulados em 5 anos de política, por sexo e faixa etária.

A população acima de 80 anos tem pouco ganho com a política, com uma variação da quantidade de anos de vida ganhos quase inexistente. Em contrapartida, as faixas etárias de 50 a 54 anos e 55 a 59 anos acumulam uma maior quantidade de anos de vida ganhos, em ambos os sexos.

4.3 Análise de Sensibilidade

Nos cenários escolhidos para a análise de sensibilidade, o que demonstrou uma maior variação nos resultados em termos de anos de vida ganhos foi a variação do tributo entre 10% e 30% (6.042 anos de vida ganhos no cenário com menor tributação, e 15.964 no cenário com maior tributação). O grau de repasse dos preços ao consumidor e o Risco Relativo do IMC frente à diabetes foram as variáveis que demonstraram uma menor

variação. O Gráfico 7 mostra o diagrama de tornado das análises de sensibilidade, com relação aos anos de vida ganhos.

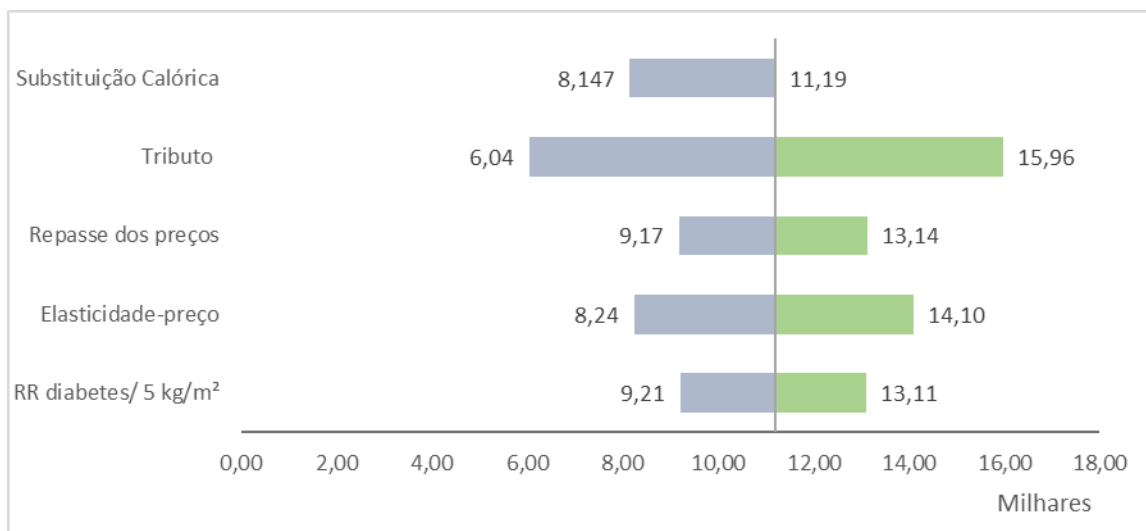


Gráfico 7. Diagrama de tornado da análise de sensibilidade.

5. Discussão

5.1 Discussão dos Resultados

Elasticidade-preço das Bebidas Açucaradas

O valor encontrado para a elasticidade-preço das bebidas açucaradas neste trabalho (-1,10) demonstra que a demanda por refrescos e refrigerantes no Brasil parece ser elástica. Isso significa que, a partir de um aumento de preços, o grau de resposta em termos de variação do consumo é mais do que proporcional.

Do ponto de vista do impacto de uma política fiscal, essa elasticidade da demanda é muito desejável, pois amplifica a redução do consumo dado um aumento dos preços, potencializando uma melhoria em termos de resultados em saúde para a população. Assim, a elevação do preço em função do tributo se traduz em uma maior variação do consumo. Neste caso a redução estimada do consumo é aproximadamente 10% superior ao incremento de valor por conta da tributação.

Esse resultado mostrou-se mais elástico do que estimativas anteriores feitas no Brasil por Claro *et al.* (2012) (-0,85 para bebidas açucaradas) e Cardoso (2015) (-0,61 para refrigerantes e -1,32 para sucos). Essa diferença pode estar relacionada com diferenças metodológicas, ou até mesmo com a maior atualidade dos dados deste trabalho.

Para o primeiro ponto, destaca-se a abrangência da definição de bebidas açucaradas. Em seu trabalho, Cardoso estima as elasticidades-preços para refrigerantes e sucos de forma separada, ao passo que neste trabalho, estes foram estimados de forma conjunta. Percebe-se que sucos e refrescos têm uma maior sensibilidade aos preços na estimativa da autora (1,32) do que refrigerantes (-0,61). Assim, uma possível explicação para a elasticidade-preço estimada neste trabalho poderia estar na utilização de uma mesma elasticidade-preço para ambos os produtos.

Com relação ao segundo ponto, a maior elasticidade-preço encontrada no presente estudo pode estar relacionada com mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, fazendo com que ocorresse um aumento da sensibilidade ao preço dessas bebidas. Essa suposição encontra bases na redução de consumo de bebidas açucaradas ocorrido nos últimos anos, verificado na secção 2.2.1. Ainda, há de se destacar uma maior disponibilidade de produtos substitutos às bebidas açucaradas, tornando os consumidores ainda mais sensíveis à variação de preço. Dessa forma, os novos hábitos adquiridos pelos brasileiros podem estar,

portanto, relacionados com a maior elasticidade-preço encontrada com os dados de 2017/2018.

Destaca-se, ainda, grande similaridade da elasticidade-preço calculada no presente trabalho com estimativas atuais da elasticidade-preço de bebidas açucaradas realizadas para outros países, como a observada por Teng *et al.* (2019) em sua metanálise de evidências empíricas (-1,00), assim como os resultados da metanálise de Cabrera Escobar *et al.* (2013) (-1,30; 95% IC: -1.09 a -1.51). Outras estimativas recentes para países da América Latina como o Equador (-1,20; 95% IC: -1,145 a -1,257) (Paraje, 2016), e Chile (Guerrero-López, Unar-Munguía e Colchero, 2017) (-1,37 para refrigerantes e -1,67 para demais bebidas açucaradas), também vão de encontro com o valor da elasticidade-preço aqui encontrado.

Impacto da Tributação sobre a Saúde

Os valores encontrados neste trabalho para a redução de IMC e incidência de diabetes tipo 2 demonstram que o tributo pode ter efeito, ainda que modesto, sobre o consumo da população brasileira. Há de se destacar uma importante variação nos grupos com maior consumo de bebidas açucaradas (população masculina e faixa etária mais jovem), ainda que a maior quantidade de anos de vida ganhos esteja na faixa dos 44 aos 59 anos, devido à grande incidência de diabetes nesta faixa etária.

Variação do Consumo

As estimativas realizadas neste estudo apontaram para uma redução calórica per capita diária de 16,22 kcal, valor condizente com a estimativa realizada por Barrientos-Gutierrez *et al.* (2017), no México (16,75 Kcal). Os valores encontrados também assemelham-se às estimativas de Jones (2018) para o Canadá, de aproximadamente 15,8 Kcal. Assim como nos dois trabalhos, o decréscimo é superior em homens, e na faixa etária mais jovem da população adulta. Este valor, contudo, está abaixo do estimado por Lin *et al.* (2011) para a população dos Estados Unidos, de redução de 34 Kcal per capita ao dia. Essa diferença justifica-se pelo maior consumo de bebidas açucaradas calculado pela autora para a população do país, chegando a um total de 509 gramas por dia na população adulta de baixa renda.

É importante destacar que este maior impacto na população jovem adulta torna a política cada vez mais eficiente a longo prazo, uma vez que auxilia na prevenção do aumento do

peso e de doenças associadas ainda em uma fase inicial, potencializando seu impacto ao longo de um horizonte temporal mais amplo.

Variação do IMC

As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 10 demonstram que a média do IMC se encontra acima do valor considerado normal (entre 18 e 25 Kg/m²), em uma maioria dos grupos analisados. Embora exista um desvio padrão alto dentro dos grupos, esta característica demonstra a necessidade de intervenções mais abrangentes do governo sobre o peso dos brasileiros. Nesse sentido, a política de tributação aqui estimada auxiliaria na redução do IMC em 5,27% ao longo dos 5 anos do horizonte temporal definido. Para os homens na faixa etária de 18 a 24 anos, essa redução chegaria a 11%.

Com relação ao único estudo brasileiro que procura simular os efeitos da tributação sobre o peso, de Cardoso (2015), o presente trabalho apresenta uma estimativa superior à da autora. Enquanto Cardoso calcula uma variação média de -0,11 Kg no primeiro ano de tributação, este trabalho estima uma redução de 0,8 Kg. Essa diferença pode estar relacionada à menor elasticidade-preço encontrada por Cardoso para refrigerantes (de -0,61 em comparação com os -1,10 utilizados neste estudo), bem como aos diferentes dados utilizados.

Apesar das divergências com o estudo de Cardoso, os valores encontrados assemelham-se aos apresentados por Jones (2018) com relação à redução média do IMC no primeiro ano: neste trabalho, estimou-se uma variação de -0,30 para homens e -0,27 para mulheres, em comparação ao estudo de Jones (2018) de -0,28 e -0,20, respectivamente.

A comparação entre as variações no peso e IMC entre diferentes estudos é complexa, uma vez que as equações de balanceamento energético adotadas variam entre as simulações. Dado que a equação de balanceamento energético utilizada neste trabalho é estática, ou seja, não leva em consideração às mudanças no peso atual para o cálculo da perda de peso futuro, há uma tendência de sobre estimar os resultados, quando comparado com modelos dinâmicos mais complexos.

No estudo de Lin *et al.* (2011), por exemplo, a autora encontrou uma variação média de -1,8Kg ao final de 5 anos de tributação utilizando o modelo dinâmico, e uma variação de -7,76 Kg ao longo dos mesmos 5 anos ao utilizar o modelo estático. A elasticidade-preço utilizada pela autora foi de -1,036 e a equação de balanceamento energético utilizada no modelo estático foi a mesma utilizada neste trabalho. Em contrapartida, este trabalho

estimou uma variação média de -3,83 Kg ao longo dos 5 anos, o que sugere possíveis resultados sobre estimados de variação calórica.

Variação da Incidência de Diabetes e Anos de Vida Ganhos

Por meio da redução do IMC, a tributação de bebidas açucaradas modelada neste trabalho impacta na prevenção de 472.628 novos casos de diabetes ao longo dos 5 anos de simulação. Ao levarmos em consideração a magnitude da população adulta brasileira (165.226.359), os novos casos parecem representar um percentual muito pequeno, de 0,29% da população. No entanto, quando analisada sob a ótica do total da população diabética no Brasil, esse valor corresponde a 2,97% deste grupo (Ministério da Saúde, 2019). Com relação aos anos de vida ganhos, estima-se um aumento de 11.187,96 anos nos 5 anos de tributação. Como já mencionado, os grupos com maior aumento nos anos de vida são a faixa etária entre 44 e 59 anos.

O Gráfico 8 mostra o número de casos prevenidos por faixa etária. Nele, é possível verificar a prevenção de muitos casos na população masculina nas faixas etárias entre os 35 e os 54 anos. Já na população feminina, as principais reduções estão na faixa dos 55 a 59 anos, seguido da população dos 25 a 29 anos. O grande número de casos prevenidos na população jovem evidencia, novamente, o potencial da política de prevenção de mortes associadas a estas doenças, bem como de redução dos custos para o sistema de saúde no longo prazo.

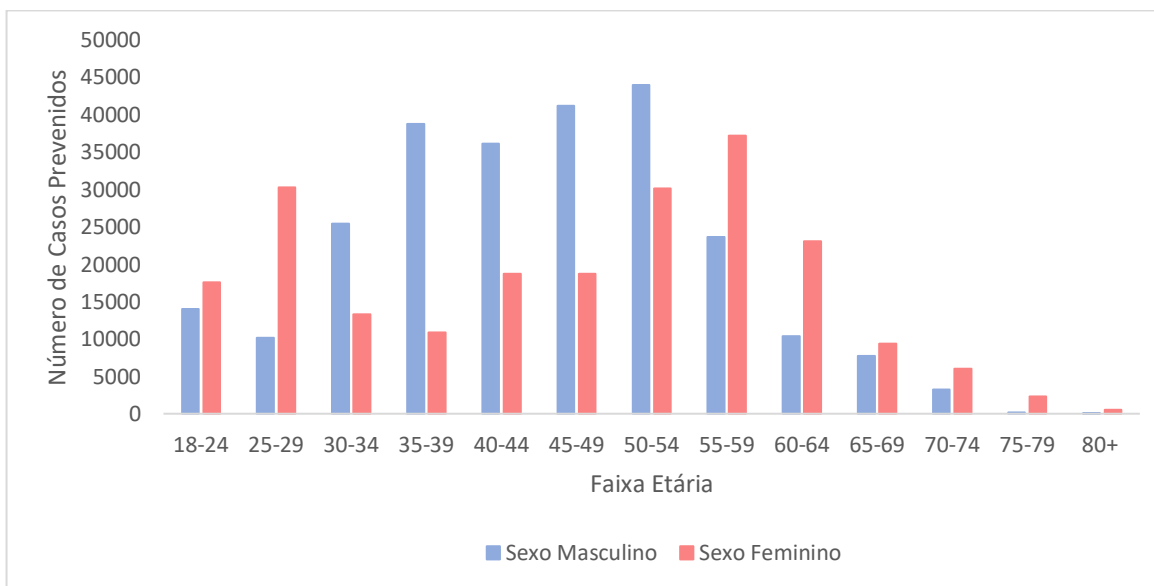


Gráfico 8. Casos prevenidos de diabetes tipo 2 por faixa etária e sexo em 5 anos de política.

Há de se considerar também que a grande vantagem deste tipo de política pública é seu baixo custo de implementação, em paralelo ao aumento de receita proveniente da tributação (Cardoso, 2015). Portanto, apesar dos pequenos valores, todos os elementos desta política devem ser levados em conta para sua implementação.

Ao comparar os valores calculados neste trabalho com outras publicações, percebe-se certa semelhança nos resultados. Para tornar os números comparáveis, utilizou-se dos dados de prevalência desta comorbilidade em cada país. No estudo de Jones (2018), a autora estima uma redução anual de incidência em 8.100 novos casos. Uma vez que o Canadá possui uma população diabética de 2.252.000 (Statistics Canada, 2017), essa redução em 5 anos corresponderia a cerca de 2% do total desta população. Nas Filipinas, o estudo de Saxena *et al.* (2019), estimou uma potencial de redução de 299.540 casos de diabetes em 20 anos de política, valor que equivale a cerca de 9% da população com diabetes neste país.

Para a população Mexicana, por sua vez, o estudo de Sánchez-Romero *et al.* (2016) projetou um total de 514 mil casos de diabetes prevenidos em 10 anos da introdução de um imposto de 20% sobre bebidas açucaradas, o equivalente a 4% do total de população com diabetes no país. Já no estudo de Barrientos-Gutierrez *et al.* (2017), também realizado para o México, este valor é mais reduzido, com a prevenção de apenas 184 mil casos ao longo de 35 anos de política.

Os resultados deste trabalho se mostram, portanto, consistentes com os encontrados em outras simulações. A comparação entre modelagens, contudo, é difícil, pois envolve diferenças populacionais, fatores de risco escolhidos, arquitetura do modelo, bem como especificidades do tributo e da equação de balanceamento energético. Apesar disso, os modelos são similares ao afirmar que um tributo sobre bebidas açucaradas tem efeito, ainda que modesto, na redução do IMC e das doenças associadas. Dos estudos que procuram analisar o impacto sobre a diabetes tipo 2, todos encontraram variação na incidência e prevalência da doença, corroborando com a hipótese deste estudo. Dessa forma, apesar da variância das estimativas encontradas, as evidências sugerem que a tributação de bebidas açucaradas pode ser um poderoso instrumento para o combate de diabetes e obesidade.

Análise de Sensibilidade

Os resultados encontrados na análise de sensibilidade deste estudo evidenciam o delicado papel da escolha da magnitude do tributo, uma vez que a variação da sua grandeza tem grande impacto sobre o seu efeito. Muitas jurisdições, como mencionado na seção 2.2.3, têm adotado tributos na faixa dos 10%. Contudo, como pode ser visto no Gráfico 7, um tributo desta magnitude poderia reduzir os efeitos da política em quase metade dos anos de vida ganhos pela tributação (de 11.187,96 para 6.042,86, redução de 5.145,10 anos de vida ganhos ao longo dos 5 anos analisados).

É importante, portanto, que os formuladores de política pública levem em consideração o tamanho da tributação como um elemento importante da tomada de decisão. Um imposto maior tem grande efeito sobre a redução do consumo e, conseqüentemente, do IMC e das doenças associadas. Por outro lado, existe uma maior dificuldade política de implementação (Jones, 2018). Há, portanto, de se considerar todos os aspectos para a decisão de qual o tamanho ideal do tributo a ser adotado.

Notou-se ainda que os parâmetros relacionados ao comportamento do consumidor (nomeadamente a elasticidade-preço e a substituição calórica por outros alimentos) têm importante papel no efeito final da política. Dessa forma, estudar o comportamento da população e entender se as suas preferências são sensíveis à variação do preço destas bebidas é essencial para que esta política pública tenha real efeito sobre a variação do consumo. É importante também levar em consideração a necessidade de educação da população, para que esta política seja apenas um dos mecanismos de alteração das preferências dos consumidores (Hawkes, Jewell e Allen, 2013).

Destaca-se que, ao avaliarmos a política a partir do intervalo de confiança da elasticidade-preço estimada neste estudo, observa-se uma redução de 2.946 anos de vida ganhos no intervalo inferior (elasticidade-preço de -0.78). Essa variação demonstra a grande sensibilidade aos dados estimados no próprio trabalho, fazendo-se necessário maior investigação em estudos futuros sobre este parâmetro.

Por fim, os parâmetros de risco relativo da incidência de diabetes tipo 2, frente à variação do IMC e do grau de repasse dos preços aos consumidores, foram os que apresentam menor variação na análise de sensibilidade (9.207 a 13.109 e 9.175 a 13.137, respetivamente).

5.2 Limitações do Estudo

Esse estudo possui uma série de limitações associadas. Em primeiro lugar, pode-se citar a indisponibilidade de dados para indivíduos abaixo de 18 anos, fazendo com que apenas a população adulta pudesse ser considerada no estudo. Como consequência, acaba-se por subestimar o impacto do tributo na prevenção do desenvolvimento de diabetes tipo 2 em crianças e adolescentes.

Ainda com relação aos dados utilizados, ressalta-se que a VIGITEL, pesquisa utilizada para extração dos dados de obesidade, é um inquérito telefônico. Dessa forma, pode haver uma subnotificação dos casos de obesidade e sobrepeso no Brasil, ainda que esta seja a única fonte atual de dados antropométricos da população brasileira.

A grande variação do consumo de bebidas açucaradas é um outro ponto importante da limitação deste trabalho. Uma vez que as populações foram agrupadas por sexo e faixa etária, este consumo médio extraído acaba por deixar de lado a grande variação do consumo por grupo. Em especial, o consumo exagerado de bebidas açucaradas pode estar subnotificado neste trabalho (uma vez que se utiliza uma simples média), o que pode estar por trás de um impacto menor nos resultados.

Outra limitação associada aos dados é a falta de informações sobre o consumo de bebidas açucaradas separado por refrigerantes e refrescos. A junção de ambos em uma única categoria impossibilita a criação de medidas de elasticidade-preço distintas, o que pode estar viesando os resultados.

Com relação a aspectos metodológicos, destaca-se o uso de uma equação de balanceamento energético muito simples para traduzir a realidade. O uso da equação deu-se pela necessidade de um parâmetro pouco complexo, mas que efetivamente pode não representar a real variação do peso em função de uma variação calórica.

Ainda, cabe mencionar que a utilização da classificação por renda mensal familiar para o cálculo da elasticidade-preço não leva em consideração a quantidade de indivíduos em uma residência e, por consequência, pode estar classificando erroneamente alguns domicílios quanto ao status socioeconômico. Apesar disso, os resultados das elasticidades-preço calculadas a partir do método de renda *per capita* domiciliar e pela metodologia do IBGE, de renda domiciliar, foram muito similares.

Por fim, cabe destacar o uso de uma modelagem que se baseou apenas no impacto da variação do IMC sobre a incidência de diabetes. Como descrito no enquadramento teórico,

o consumo de bebidas açucaradas é fator de risco para inúmeras condições de saúde, em especial diabetes tipo 2. Uma vez que apenas o efeito da queda do IMC está sendo considerado, existe a possibilidade de subestimação do potencial do tributo neste trabalho.

6. Conclusão

Os altos níveis de obesidade e sobrepeso observados no Brasil e no mundo impõem a necessidade da realização de políticas públicas que procurem atenuar esta tendência. Estas condições não só provocam uma redução na qualidade e quantidade de anos de vida, mas também pressionam os custos em saúde e produzem gastos associados à perda de produtividade. Sendo assim, a introdução de políticas que procurem reduzir esses níveis de obesidade torna-se fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de saúde a longo prazo.

A obesidade é uma condição crônica de origem multifatorial, resultado de fatores relacionados ao ambiente, à genética e ao próprio comportamento (Apovian, 2016). Dessa forma, modificar o ambiente de escolha pode influenciar as decisões individuais de consumo e, conseqüentemente, o comportamento dos agentes quanto aos seus hábitos alimentares.

De fato, a globalização e massificação da venda de alimentos industrializados acabou por alterar o ambiente de escolha dos consumidores, promovendo um consumo maior de alternativas não saudáveis através da sua alta disponibilidade, preços baixos e forte *marketing* (Buhler *et al.*, 2013). Dentro deste contexto, as bebidas açucaradas tornaram-se a principal fonte de ingestão de açúcar em países ocidentais, correspondendo à 17% da ingestão calórica diária total no Brasil (Pereira *et al.*, 2014).

O consumo de bebidas açucaradas permanece como importante fator de risco para inúmeras condições de saúde, em especial para o aumento de peso e desenvolvimento de diabetes tipo 2 (Malik *et al.*, 2010, 2013; Schulze *et al.*, 2004; Xi *et al.*, 2015). Apesar de se ter observado uma redução na ingestão destas bebidas no Brasil desde 2014 (Passport Euromonitor International, 2019), esse valor continua alto, especialmente entre a população mais jovem (Ministério da Saúde, 2019).

Diante disso, o governo brasileiro elaborou, ainda em 2017, a proposta de lei 8541/17, que tem a intenção de introduzir um imposto de 20% sobre bebidas açucaradas (Câmara dos Deputados, 2017). Com forte apoio da Organização Mundial da Saúde, o projeto de lei iniciado em 2017 encontra-se ainda em votações na Comissão de Seguridade Social, na Câmara de Deputados brasileira. A imposição de uma tributação normalmente requer uma alteração na legislação, o que demanda um nível de apoio social muito difícil de ser atingido. Ainda, há de se destacar a forte oposição advinda da própria indústria de bebidas açucaradas, que utiliza argumentos associados ao potencial impacto no desemprego no

setor, à regressividade do tributo e a ilegitimidade da intervenção do estado (Baker, Jones e Thow, 2018). O poderoso lobby desta indústria provou-se bem-sucedido na Colômbia e na Argentina, onde as propostas de implementação de uma tributação foram rejeitadas no congresso em 2016 e 2017, respetivamente (Bergallo *et al.*, 2018).

Com o objetivo de proporcionar um novo apoio à tomada de decisão, este trabalho teve como objetivo estimar o impacto potencial de um tributo sobre bebidas açucaradas na redução do IMC e incidência de diabetes tipo 2 no Brasil. Para isso, fez-se uso da metodologia proposta por Deaton e Muellbauer (1980) para a estimação da elasticidade-preço destas bebidas no Brasil e, posteriormente, aplicou-se este resultado a uma macrossimulação de Markov.

Ainda que o modelo possua limitações, os cálculos aqui conduzidos apontaram para resultados modestos, porém significativos, de redução do excesso de peso e do desenvolvimento de novos casos de diabetes no país. Dessa forma, a introdução de um tributo de 20% sobre bebidas açucaradas teria um potencial de redução médio do IMC de 0,29 Kg/m² no primeiro ano de política e de prevenção de 472.628 novos casos de diabetes ao longo dos 5 anos de horizonte temporal, com efetivos ganhos em saúde para a população brasileira. As análises de sensibilidade aqui conduzidas apontam para uma significativa variação dos resultados, em especial relacionadas ao tamanho do tributo e a variáveis associadas às preferências dos consumidores, nomeadamente elasticidade-preço e grau de substituição calórica.

Apesar da dificuldade de comparação com outras modelagens, pode-se perceber certa semelhança com outras publicações, tanto com relação à variação de peso como dos casos prevenidos de diabetes tipo 2.

Este trabalho procurou descrever os impactos potenciais de uma tributação relacionados à redução do IMC e da incidência de diabetes tipo 2. Dentro deste espectro, os resultados mostraram-se positivos, demonstrando uma efetividade do tributo em atingir seus objetivos, ainda que de forma modesta. Quando analisado sob uma perspectiva mais ampla de comorbidades associadas à obesidade e à ingestão de açúcar, esse tributo poderia ter um potencial ainda maior sobre os ganhos em saúde. Dessa forma, estudos futuros que comportem os efeitos desta política sob um espectro mais amplo seriam desejáveis para uma melhor tomada de decisão.

Deve-se destacar, contudo, que a utilização de políticas fiscais para influenciar o consumo dos agentes é um caminho incerto, visto que a resposta dos consumidores dependerá das

suas preferências individuais, difíceis de serem previstas. Sendo assim, o resultado deste tipo de política dependerá de muitos fatores difíceis de serem modelados (Smith, Lin e Lee, 2010).

A despeito das incertezas que envolvem a introdução desta política, pode-se, portanto, constatar que esta teria um papel importante para redução do excesso de peso e doenças associadas. Sua fácil implementação, baixo custo e potencial para geração de receita torna-a ainda mais desejável. Dentro de um quadro maior de políticas, esta tributação auxilia os consumidores a reformularem suas escolhas e a diminuir seus gastos com estes bens. Deve-se ressaltar, no entanto, que a magnitude de seu impacto dependerá da coordenação com outras políticas de combate à obesidade, uma vez que a tributação de alimentos deve ser vista como um elemento contributivo para a mudança de hábito dos consumidores, porém não isolado de outras iniciativas (Cornelsen *et al.*, 2015). Sendo assim, faz-se necessária a introdução de uma agenda de políticas públicas que realizem uma mudança nos hábitos de vida, não somente modifiquem o ambiente de escolha dos agentes.

Referências

AFSHIN, Ashkan *et al.* - The prospective impact of food pricing on improving dietary consumption: A systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 12:3 (2017) e0172277. doi: 10.1371/journal.pone.0172277.

ALAGIYAWANNA, Amaap *et al.* - Studying the consumption and health outcomes of fiscal interventions (taxes and subsidies) on food and beverages in countries of different income classifications : a systematic review. **BMC Public Health**. 15:887 (2015) 14. doi: 10.1186/s12889-015-2201-8.

ALLCOTT, Hunt; LOCKWOOD, Benjamin B.; TAUBINSKY, Dmitry - Should We Tax Soda? An Overview of Theory and Evidence. **Journal of Economic Perspectives**. 33:3 (2019) 22.

ALVARADO, Miriam *et al.* - Assessing the impact of the Barbados sugar-sweetened beverage tax on beverage sales: an observational study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. 16:1 (2019) 13. doi: 10.1186/s12966-019-0776-7.

AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION - **REPORT 3 OF THE COUNCIL ON SCIENCE AND PUBLIC HEALTH (A-17) Strategies to Reduce the Consumption of Beverages with Added Sweeteners Resolution 417-A-16 (Reference Committee D) EXECUTIVE SUMMARY**

ANDREYEVA, Tatiana; LONG, Michael W.; BROWNELL, Kelly D. - The impact of food prices on consumption: a systematic review of research on the price elasticity of demand for food. **American journal of public health**. . ISSN 1541-0048. 100:2 (2010) 216–22. doi: 10.2105/AJPH.2008.151415.

APOVIAN, Caroline M. - Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. **The American journal of managed care**. 22:7 Suppl (2016) s176-85.

ARANTXA COCHERO, M. *et al.* - In Mexico, evidence of sustained consumer response two years after implementing a sugar-sweetened beverage tax. **Health Affairs**. . ISSN 15445208. 36:3 (2017) 564–571. doi: 10.1377/hlthaff.2016.1231.

ARANTXA COCHERO, M. *et al.* - In Mexico, evidence of sustained consumer response two years after implementing a sugar-sweetened beverage tax. **Health Affairs**. . ISSN 15445208. 36:3 (2017) 564–571. doi: 10.1377/hlthaff.2016.1231.

BAHIA, Luciana *et al.* - The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian

public health system: cross-sectional study. **BMC Public Health**. . ISSN 1471-2458. 12:440 (2012) 1–7. doi: 10.1186/1471-2458-12-440.

BAKER, Phillip; JONES, Alexandra; THOW, Anne Marie - Accelerating the worldwide adoption of sugar-sweetened beverage taxes: Strengthening commitment and capacity: Comment on “The untapped power of soda taxes: Incentivizing consumers, generating revenue, and altering corporate behavior”. **International Journal of Health Policy and Management**. . ISSN 23225939. 7:5 (2018) 474–478. doi: 10.15171/ijhpm.2017.127.

BAPTISTA, Sara *et al.* - **Portuguese Sugar Sweetened Beverages Taxation Impact Assessment Report** [Em linha]. Lisboa : [s.n.] Disponível em WWW:<URL:https://www.researchgate.net/publication/328127121_Portuguese_Sugar_Sweetened_Beverages_Taxation_Impact_Assessment_Report>.

BARENDREGT, Jan J.; VEERMAN, J. Lennert - Categorical versus continuous risk factors and the calculation of potential impact fractions. **Journal of Epidemiology and Community Health**. . ISSN 0143005X. 64:3 (2010) 209–212. doi: 10.1136/jech.2009.090274.

BARRIENTOS-GUTIERREZ, Tonatiuh *et al.* - Expected population weight and diabetes impact of the 1-peso-per-litre tax to sugar sweetened beverages in Mexico. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 12:5 (2017) e0176336. doi: 10.1371/journal.pone.0176336.

BASU, Sanjay *et al.* - Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: A cross-national analysis of 75 countries. **American Journal of Public Health**. . ISSN 00900036. 103:11 (2013). doi: 10.2105/AJPH.2012.300974.

BAWA, Sa’eed - The role of the consumption of beverages in the obesity epidemic. **The journal of the Royal Society for the Promotion of Health**. . ISSN 1466-4240. 125:3 (2005) 124–8. doi: 10.1177/146642400512500316.

BAYS, H. E.; CHAPMAN, R. H.; GRANDY, S. - The relationship of body mass index to diabetes mellitus, hypertension and dyslipidaemia: Comparison of data from two national surveys. **International Journal of Clinical Practice**. . ISSN 13685031. 61:5 (2007) 737–747. doi: 10.1111/j.1742-1241.2007.01336.x.

BERARDI, Nicoletta *et al.* - The impact of a ‘soda tax’ on prices: evidence from French micro data. **Applied Economics**. . ISSN 14664283. 48:41 (2016) 3976–3994. doi: 10.1080/00036846.2016.1150946.

BERGALLO, Paola *et al.* - Regulatory initiatives to reduce sugar-sweetened beverages

(SSBs) in Latin America. **PLoS ONE**. . ISSN 19326203. 13:10 (2018) 1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0205694.

BERGALLO, Paola *et al.* - Regulatory initiatives to reduce sugar-sweetened beverages (SSBs) in Latin America. **PLoS ONE**. . ISSN 19326203. 13:10 (2018). doi: 10.1371/journal.pone.0205694.

BLÜHER, Matthias - Obesity: global epidemiology and pathogenesis. **Nature Reviews Endocrinology**. . ISSN 1759-5029. 15:5 (2019) 288–298. doi: 10.1038/s41574-019-0176-8.

BOLLARD, Tessa *et al.* - Effects of plain packaging , warning labels , and taxes on young people ' s predicted sugar-sweetened beverage preferences : an experimental study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. . ISSN 1479-5868. 13:95 (2016) 1–7. doi: 10.1186/s12966-016-0421-7.

BORGIO, Mariana Veronez *et al.* - Prevalência de fatores de risco cardiovascular na população de Vitória segundo dados do VIGITEL e da Pesquisa Nacional de Saúde de 2013. **Revista brasileira de epidemiologia = Brazilian journal of epidemiology**. . ISSN 19805497. 22:2019) e190015. doi: 10.1590/1980-549720190015.

BRAY, George A. - Energy and Fructose From Beverages Sweetened With Sugar or High-Fructose Corn Syrup Pose a Health Risk for Some People. **Advances in Nutrition**. . ISSN 2156-5376. 4:6 (2013) 220–225. doi: 10.3945/an.112.002816.

BRAY, George A.; POPKIN, Barry M. - Dietary sugar and body weight: Have we reached a crisis in the epidemic of obesity and diabetes?: Health be damned! Pour on the sugar. **Diabetes Care**. . ISSN 19355548. 37:4 (2014) 950–956. doi: 10.2337/dc13-2085.

BRIGGS, Adam D. M. *et al.* - Overall and income specific effect on prevalence of overweight and obesity of 20% sugar sweetened drink tax in UK: econometric and comparative risk assessment modelling study. **BMJ (Clinical research ed.)**. . ISSN 1756-1833. 347:October (2013). doi: 10.1136/bmj.f6189.

BRIGGS, Adam D. M. *et al.* - The potential impact on obesity of a 10 % tax on sugar-sweetened beverages in Ireland , an effect assessment modelling study. **BMC Public Health**. 2013).

BRITISH HEART FOUNDATION - **Coronary Heart Disease Statistics 2012** [Em linha]. Oxford : University of Oxford, 2012 Disponível em

WWW:<URL:<http://www.bhf.org.uk/publications/view-publication.aspx?ps=1002097>>.

ISBN 9781899088126.

BROWNELL, Kelly *et al.* - The Public Health and Economic Benefits of Taxing Sugar-Sweetened Beverages. **The New England Journal of Medicine**. 361:16 (2009) 1599:1605.

BUHLER, Susan *et al.* - Building a Strategy for Obesity Prevention One Piece at a Time: The Case of Sugar-Sweetened Beverage Taxation. **Canadian Journal of Diabetes**. . ISSN 14992671. 37:2 (2013) 97–102. doi: 10.1016/j.jcjd.2013.03.025.

CABRERA ESCOBAR, Maria A. *et al.* - Evidence that a tax on sugar sweetened beverages reduces the obesity rate: a meta-analysis. **BMC Public Health**. 13:1072 (2013) 13. doi: 10.1186/1471-2458-13-1072.

CAFÉ, Ana Carolina Corrêa *et al.* - CONSUMO DE BEBIDAS AÇUCARADAS, LEITE E SUA ASSOCIAÇÃO COM O ÍNDICE DE MASSA CORPORAL NA ADOLESCÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Revista Paulista de Pediatria**. . ISSN 1984-0462. 36:1 (2018) 91–99. doi: 10.1590/1984-0462/;2018;36;1;00010.

Projeto de Lei 8541/2017. [Em linha]. 8541 (17- 3. [Consult. 11 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2150996>>.

CAMPOS, Suellen Fabiane - **Validade e Reprodutibilidade de medidas antropométricas, morbidade referida, consumo de alimentos e bebidas obtidos por inquérito telefônico**. Belo Horizonte : Universidade Federal de Minas Gerais, 16 Mai. 2011

CARDOSO, Larissa Barbosa - **Essays on economics of obesity and food prices: Theory and Evidences for Brazil** [Em linha]. [S.l.] : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015 Disponível em WWW:<URL:<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/132933>>.

CARRERO, Juan Jesús; AVESANI, Carla Maria - Pros and Cons of Body Mass Index as a Nutritional and Risk Assessment Tool in Dialysis Patients. **Seminars in Dialysis**. . ISSN 1525139X. 28:1 (2015) 48–58. doi: 10.1111/sdi.12287.

CAWLEY, John *et al.* - The Economics of Taxes on Sugar-Sweetened Beverages: A Review of the Effects on Prices, Sales, Cross-Border Shopping, and Consumption. **Annual Review of Nutrition**. . ISSN 0199-9885. 39:1 (2019) 1–22. doi: 10.1146/annurev-nutr-082018-124603.

CHALOUPKA, Frank J.; POWELL, Lisa M.; WARNER, Kenneth E. - The Use of Excise

Taxes to Reduce Tobacco, Alcohol, and Sugary Beverage Consumption. **Annual Review of Public Health**. . ISSN 0163-7525. 40:1 (2019) 187–201. doi: 10.1146/annurev-publhealth-040218-043816.

CHEN, L. *et al.* - Reduction in consumption of sugar-sweetened beverages is associated with weight loss. **American Journal of Clinical Nutrition**. . ISSN 00029165. 89:1 (2009) 1299–1306. doi: 10.3945/ajcn.2008.27240.

CLARO, Rafael M. *et al.* - Sugar-sweetened beverage Taxes in Brazil. **American Journal of Public Health**. . ISSN 00900036. 102:1 (2012) 178:183. doi: 10.2105/AJPH.2011.300313.

COLCHERO, M. A. *et al.* - Price elasticity of the demand for sugar sweetened beverages and soft drinks in Mexico. **Economics & Human Biology**. . ISSN 1570-677X. 19:2015) 129–137. doi: 10.1016/J.EHB.2015.08.007.

CORNELSEN, Laura *et al.* - Why fat taxes won't make us thin. **Journal of public health (Oxford, England)**. . ISSN 17413850. 37:1 (2015) 18–23. doi: 10.1093/pubmed/fdu032.

COSTA-FONT, Joan; MAS, Núria - 'Globesity'? The effects of globalization on obesity and caloric intake. **Food Policy**. . ISSN 03069192. 64:2016) 121–132. doi: 10.1016/j.foodpol.2016.10.001.

CUADRADO, Cristóbal *et al.* - Effects of a sugar-sweetened beverage tax on prices and affordability of soft drinks in Chile: A time series analysis. **Social Science and Medicine**. . ISSN 18735347. 245:2020) 112708. doi: 10.1016/j.socscimed.2019.112708.

DEATON, Angus; MUELLBAUER, John - An Almost Ideal Demand System. **The American Economic Review**. 70:3 (1980) 312–326. doi: 10.2307/1805222.

DWYER, Larry; GILL, Alison; SEETARAM, Neelu - **Handbook of Research Methods in Tourism : Quantitative and Qualitative Approaches**. 1. ed. Cheltenham, UK : Edward Elgar Pub, 2012. ISBN 1781955956.

EDWARDS, Ryan D. - Commentary: Soda taxes, obesity, and the shifty behavior of consumers. **Preventive Medicine**. . ISSN 00917435. 52:6 (2011) 417–418. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.04.011.

ELDER, Randy W. *et al.* - The Effectiveness of Tax Policy Interventions for Reducing Excessive Alcohol Consumption and Related Harms. **American Journal of Preventive Medicine**. . ISSN 07493797. 38:2 (2010) 217–229. doi: 10.1016/j.amepre.2009.11.005.

EZZATI, Majid *et al.* - Rethinking the “Diseases of Affluence” Paradigm: Global Patterns of Nutritional Risks in Relation to Economic Development. **PLoS Medicine**. . ISSN 1549-1676. 2:5 (2005) e133. doi: 10.1371/journal.pmed.0020133.

FALBE, Jennifer *et al.* - Impact of the Berkeley Excise Tax on Sugar-Sweetened Beverage Consumption. **American journal of public health**. . ISSN 1541-0048. 106:10 (2016) 1865–71. doi: 10.2105/AJPH.2016.303362.

FINKELSTEIN, Eric A. *et al.* - Annual Medical Spending Attributable To Obesity: Payer- And Service-Specific Estimates. **Health Affairs** 28,. 28:5 (2009) 822:831. doi: 10.1377/hlthaff.28.5.w822.

FLETCHER, Jason M. *et al.* - The effects of soft drink taxes on child and adolescent consumption and weight outcomes. **Journal of Public Economics**. . ISSN 00472727. 94:May 2017 (2010) 967–974. doi: 10.1016/j.jpubeco.2010.09.005.

FUNG, Teresa T. *et al.* - Sweetened beverage consumption and risk of coronary heart disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**. 89:1037 (2009) 1037–1042. doi: 10.3945/ajcn.2008.27140.Am.

GOIANA-DA-SILVA, Francisco *et al.* - The future of the sweetened beverages tax in Portugal. **The Lancet. Public health**. . ISSN 2468-2667. 3:12 (2018) e562. doi: 10.1016/S2468-2667(18)30240-8.

GRAY, Natallia *et al.* - Relation between BMI and diabetes mellitus and its complications among US older adults. **Southern Medical Journal**. . ISSN 15418243. 108:1 (2015) 29–36. doi: 10.14423/SMJ.0000000000000214.

GUERRERO-LÓPEZ, Carlos M.; UNAR-MUNGUÍA, Mishel; COLCHERO, M. Arantxa - Price elasticity of the demand for soft drinks, other sugar-sweetened beverages and energy dense food in Chile. **BMC Public Health**. . ISSN 1471-2458. 17:1 (2017) 180. doi: 10.1186/s12889-017-4098-x.

GUH, Daphne P. *et al.* - The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: A systematic review and meta-analysis. **BMC Public Health**. 9:1 (2009) 88. doi: 10.1186/1471-2458-9-88.

HAAVIO, Markus; KOTAKORPI, Kaisa - **The Political Economy of Sin Taxes** [Em linha]. Chicago : [s.n.] (Relatório n.2650). [Consult. 4 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:www.RePEc.org>.

HAAVIO, Markus; KOTAKORPI, Kaisa - The political economy of sin taxes. **European Economic Review**. . ISSN 00142921. 55:4 (2011) 575–594. doi: 10.1016/j.euroecorev.2010.06.002.

HAGENAARS, Aldi J. M.; ASGHAR ZAIDI, M.; VOS, Klaas DE - **Poverty statistics in the late 1980s : Research based on micro-data**. Luxemburgo : Publications Office of the European Union, 13 Jul. 1995

HAHN, William F. - **Elasticities in AIDS Models: Comment**

HAN, Euna; POWELL, Lisa M. - Consumption Patterns of Sugar-Sweetened Beverages in the United States. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**. . ISSN 22122672. 113:1 (2013) 43–53. doi: 10.1016/j.jand.2012.09.016.

HARDING, Matthew; LOVENHEIM, Michael - The effect of prices on nutrition: Comparing the impact of product- and nutrient-specific taxes. **Journal of Health Economics**. 53:2017) 53–71. doi: 10.1016/j.jhealeco.2017.02.003.

HAWKES, C.; JEWELL, J.; ALLEN, K. - A food policy package for healthy diets and the prevention of obesity and diet-related non-communicable diseases: The NOURISHING framework. **Obesity Reviews**. . ISSN 14677881. 14:S2 (2013). doi: 10.1111/obr.12098.

HENNINGSEN, Arne - **Demand Analysis with the «Almost Ideal Demand System» in R: Package micEconAids**, atual. 2017.

HRUBY, Adela; HU, Frank B. - The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. **PharmacoEconomics**. . ISSN 11792027. 33:7 (2015) 673–689. doi: 10.1007/s40273-014-0243-x.

HSIAO, Amber; WANG, Y. Claire - Reducing Sugar-Sweetened Beverage Consumption: Evidence, Policies, and Economics. **Current Obesity Reports**. . ISSN 2162-4968. 2:3 (2013) 191–199. doi: 10.1007/s13679-013-0065-8.

HU, F. B. - Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. **Obesity Reviews**. 14:8 (2013) 606–619. doi: 10.1111/obr.12040.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**. Brasília : [s.n.]

IMAMURA, Fumiaki *et al.* - Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: Systematic review,

meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. **British Journal of Sports Medicine**. . ISSN 14730480. 50:8 (2016) 496–504. doi: 10.1136/bjsports-2016-h3576rep.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. COORDENAÇÃO DE TRABALHO E RENDIMENTO - **Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil**, atual. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **Tábuas Completas de Mortalidade** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 19 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9126-tabuas-completas-de-mortalidade.html?=&t=o-que-e>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060** [Em linha], atual. 6 abr. 2020. [Consult. 19 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao?=&t=resultados>.

JAMES, Philip T. - Obesity: The worldwide epidemic. **Clinics in Dermatology**. . ISSN 0738-081X. 22:4 (2004) 276–280. doi: 10.1016/J.CLINDERMATOL.2004.01.010.

JANSSEN, Ian; KATZMARZYK, Peter T.; ROSS, Robert - Body mass index, waist circumference, and health risk: Evidence in support of current national institutes of health guidelines. **Archives of Internal Medicine**. . ISSN 00039926. 162:18 (2002) 2074–2079. doi: 10.1001/archinte.162.18.2074.

JONES, Amanda Clarisse - **Predicting the potential health and economic impact of a sugary drink tax in Canada: a modelling study**. [S.l.] : University of Waterloo, 2018

KONNOPKA, A.; BÖDEMANN, M.; KÖNIG, H. H. - Health burden and costs of obesity and overweight in Germany. **European Journal of Health Economics**. . ISSN 16187598. 12:4 (2011) 345–352. doi: 10.1007/s10198-010-0242-6.

LAL, Anita *et al.* - Modelled health benefits of a sugar-sweetened beverage tax across different socioeconomic groups in Australia: A cost-effectiveness and equity analysis. **PLoS Medicine**. . ISSN 15491676. 14:6 (2017) 1–17. doi: 10.1371/journal.pmed.1002326.

LEE, Matthew M. *et al.* - Sugar-sweetened beverage consumption 3 years after the Berkeley, California, sugar-sweetened beverage tax. **American Journal of Public Health**. . ISSN 15410048. 109:4 (2019) 637–639. doi: 10.2105/AJPH.2019.304971.

LEVY, David T.; CHALOUKKA, Frank; GITCHELL, Joseph - The effects of tobacco control policies on smoking rates: A tobacco control scorecard. **Journal of Public Health Management and Practice**. . ISSN 15505022. 10:4 (2004) 188. doi: 10.1097/00124784-200407000-00011.

LIN, Biing-Hwan *et al.* - Measuring weight outcomes for obesity intervention strategies: The case of a sugar-sweetened beverage tax. **Economics & Human Biology**. . ISSN 1570677X. 9:4 (2011) 329–341. doi: 10.1016/j.ehb.2011.08.007.

LIN, Biing Hwan *et al.* - Measuring weight outcomes for obesity intervention strategies: The case of a sugar-sweetened beverage tax. **Economics and Human Biology**. . ISSN 1570677X. 9:4 (2011) 329–341. doi: 10.1016/j.ehb.2011.08.007.

MA, Jiantao *et al.* - Sugar-Sweetened Beverage but Not Diet Soda Consumption Is Positively Associated with Progression of Insulin Resistance and Prediabetes. **The Journal of Nutrition**. . ISSN 0022-3166. 146:12 (2016) 2544–2550. doi: 10.3945/jn.116.234047.

MALIK, Vasanti S. *et al.* - Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. **Diabetes Care**. . ISSN 0149-5992. 33:11 (2010) 2477–81. doi: 10.2337/dc10-1079.

MALIK, Vasanti S. *et al.* - Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**. . ISSN 0002-9165. 98:4 (2013) 1084–1102. doi: 10.3945/ajcn.113.058362.

MALIK, Vasanti S.; WILLETT, Walter C.; HU, Frank B. - Global obesity: trends, risk factors and policy implications. **Nature Reviews Endocrinology**. . ISSN 1759-5029. 9:1 (2012) 13–27. doi: 10.1038/nrendo.2012.199.

MANKIW, Gregory - **Princípios de microeconomia** . 5. ed. São Paulo : Cengage Learning, 2009

MANNA, Prasenjit; JAIN, Sushil K. - Obesity, Oxidative Stress, Adipose Tissue Dysfunction, and the Associated Health Risks: Causes and Therapeutic Strategies. **Metabolic Syndrome and Related Disorders**. . ISSN 15578518. 13:10 (2015) 423–444. doi: 10.1089/met.2015.0095.

MANYEMA, Mercy *et al.* - The potential impact of a 20% tax on sugar-sweetened beverages on obesity in South African adults: A mathematical model. **PLoS ONE**. . ISSN 19326203. 9:8 (2014) 10. doi: 10.1371/journal.pone.0105287.

MANYEMA, Mercy *et al.* - Modelling the potential impact of a sugar- sweetened beverage tax on stroke mortality , costs and health-adjusted life years in South Africa. **BMC Public Health**. . ISSN 1471-2458. 2016) 1–10. doi: 10.1186/s12889-016-3085-y.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE - **McKinsey Global Institute** [Em linha]. New York : [s.n.] [Consult. 4 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:www.mckinsey.com/mgi.>.

MEYER, Stefan; YU, Xiaohua; ABLER, David - Comparison of several demand systems. **Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting**. 2011) 1–24.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL - **Tábuas de Mortalidade IBGE 2018 Extrapoladas – MPS** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 19 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:http://www.previdencia.gov.br/regimes-proprios/atuarial/>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - **VIGITEL BRASIL 2018: Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília : [s.n.]

MINISTERIO DE SALUD - **INFORME DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY SOBRE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS Y SU PUBLICIDAD**. Santiago : [s.n.]

MUHAMMAD, Andrew *et al.* - Global patterns in price elasticities of sugar-sweetened beverage intake and potential effectiveness of tax policy: A cross-sectional study of 164 countries by sex, age and global-income decile. **BMJ Open**. . ISSN 20446055. 9:8 (2019) e026390. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026390.

NAKAMURA, Ryota *et al.* - Evaluating the 2014 sugar-sweetened beverage tax in Chile: An observational study in urban areas. **PLOS Medicine**. 15:7 (2018) e1002596. doi: 10.1371/journal.pmed.1002596.

NAKHIMOVSKY, Sharon S. *et al.* - Taxes on sugar-sweetened beverages to reduce overweight and obesity in middle-income countries: A systematic review. **PLoS ONE**. . ISSN 19326203. 11:9 (2016). doi: 10.1371/journal.pone.0163358.

NCD RISK FACTOR COLLABORATION (NCD-RISC). - Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**. . ISSN 1474547X. 390:10113 (2017) 2627–2642. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

NEDERKOORN, Chantal *et al.* - High tax on high energy dense foods and its effects on the purchase of calories in a supermarket. An experiment. **Appetite**. . ISSN 01956663. 56:3 (2011) 760–765. doi: 10.1016/j.appet.2011.03.002.

NEOVIUS, Kristian *et al.* - Lifetime Productivity Losses Associated with Obesity Status in Early Adulthood: A Population-Based Study of Swedish Men. **Applied Health Economics and Health Policy**. . ISSN 1175-5652. 10:5 (2012) 309–317. doi: 10.1007/BF03261865.

NEVES, Alice Cristina Medeiros DAS *et al.* - Validação de indicadores do consumo de alimentos e bebidas obtidos por inquérito telefônico em Belém, Pará, Brasil. **Cadernos de Saude Publica**. . ISSN 0102311X. 26:12 (2010) 2379–2388. doi: 10.1590/S0102-311X2010001200016.

O'DONOGHUE, Ted; RABIN, Matthew - Optimal sin taxes. **Journal of Public Economics**. 90:10–11 (2006) 1825–1849. doi: 10.1016/J.JPUBECO.2006.03.001.

OBESITY EVIDENCE HUB - **Countries that have implemented taxes on sugar-sweetened beverages (SSBs) | Obesity Evidence Hub** [Em linha], atual. 2020. [Consult. 4 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.obesityevidencehub.org.au/collections/prevention/countries-that-have-implemented-taxes-on-sugar-sweetened-beverages-ssbs>>.

OECD - **Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention A quick guide for policy makers**. Paris : [s.n.]

OLIVEIRA, Michele Lessa; SANTOS, Leonor Maria Pacheco; SILVADA, Everton Nunes - Direct healthcare cost of obesity in brazil: An application of the cost-of-illness method from the perspective of the public health system in 2011. **PLoS ONE**. . ISSN 19326203. 10:4 (2015) 1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0121160.

PARAJE, Guillermo - The Effect of Price and Socio-Economic Level on the Consumption of Sugar-Sweetened Beverages (SSB): The Case of Ecuador. **PLoS ONE**. 11:3 (2016) 1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0152260.

PASSPORT EUROMONITOR INTERNATIONAL - **Soft drinks in brazil - analysis**

PEREIRA DOS SANTOS, João; GONÇALVES, Judite - Brown Sugar, how come you taste so good? The impact of a soda tax on prices and consumption. **GEE Papers, Gabinete de Estratégia e Estudos, Ministério da Economia**. 00124:2019) 47.

PEREIRA, Rosangela A. *et al.* - Sources of excessive saturated fat, trans fat and sugar

consumption in Brazil: an analysis of the first Brazilian nationwide individual dietary survey. **Public health nutrition**. . ISSN 1475-2727. 17:1 (2014) 113–21. doi: 10.1017/S1368980012004892.

PEREIRA, Rosangela A. *et al.* - Beverage consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. **Public health nutrition**. . ISSN 1475-2727. 18:7 (2015) 1164–72. doi: 10.1017/S1368980014001657.

PINTOS-PAYERAS, José Adrian - Estimação do sistema quase ideal de demanda para uma cesta ampliada de produtos empregando dados da POF de 2002-2003. **Economia Aplicada**. . ISSN 1413-8050. 13:2 (2009) 231–255. doi: 10.1590/S1413-80502009000200003.

POMERANZ, Jennifer L. - Advanced policy options to regulate sugar-sweetened beverages to support public health. **Journal of Public Health Policy**. 3346:2012) 75–88. doi: 10.1057/jphp.2011.46.

POPKIN, Barry M. - Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. **The American journal of clinical nutrition**. . ISSN 0002-9165. 84:2 (2006) 289–98.

POPKIN, Barry M. *et al.* - Benefits of Taxing Sugar-Sweetened Beverages. **New England Journal of Medicine**. 361:16 (2009) 1599:1605.

POPKIN, Barry M.; ADAIR, Linda S.; NG, Shu Wen - NOW AND THEN: The Global Nutrition Transition: The Pandemic of Obesity in Developing Countries Barry. . ISSN 0029-6643. 70:1 (2013) 3–21. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x.NOW.

POPKIN, Barry M.; HAWKES, Corinna - Sweetening of the global diet , particularly beverages : patterns , trends , and policy responses. **The Lancet**. . ISSN 2213-8587. 4:2 (2016) 174–186. doi: 10.1016/S2213-8587(15)00419-2.

POWELL, L. M. *et al.* - Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: A systematic review of prices, demand and body weight outcomes. **Obesity Reviews**. . ISSN 14677881. 14:2 (2013). doi: 10.1111/obr.12002.

RAJAN, T. M.; MENON, V. - Psychiatric disorders and obesity: A review of association studies. **Journal of Postgraduate Medicine**. . ISSN 09722823. 63:3 (2017) 182–190. doi: 10.4103/jpgm.JPGM_712_16.

REXRODE, Kathryn M. *et al.* - Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. **Journal of the American Medical Association**. . ISSN 00987484. 280:21 (1998) 1843–1848. doi: 10.1001/jama.280.21.1843.

ROGLIC, Gojka *et al.* - The burden of mortality attributable to diabetes: Realistic estimates for the year 2000. **Diabetes Care**. . ISSN 01495992. 28:9 (2005) 2130–2135. doi: 10.2337/diacare.28.9.2130.

ROLFES, Sharon Rady; Kathryn Pinna; Ellie Whitney - **Understanding Normal and Clinical Nutrition**. 10^o ed. Madison : Brooks Cole, 2009. ISBN 9780495556466.

RTVELADZE, Ketevan *et al.* - Health and Economic Burden of Obesity in Brazil. **PLoS ONE**. . ISSN 1932-6203. 8:7 (2013) e68785. doi: 10.1371/journal.pone.0068785.

RUBINSTEIN, Adolfo *et al.* - Effectiveness of an mHealth intervention to improve the cardiometabolic profile of people with prehypertension in low-resource urban settings in Latin America: a randomised controlled trial. **The Lancet**. . ISSN 22138587. 4:1 (2016) 52–63. doi: 10.1016/S2213-8587(15)00381-2.

SÁNCHEZ-ROMERO, Luz Maria *et al.* - Projected Impact of Mexico's Sugar-Sweetened Beverage Tax Policy on Diabetes and Cardiovascular Disease: A Modeling Study. **PLOS Medicine**. . ISSN 1549-1676. 13:11 (2016) e1002158. doi: 10.1371/journal.pmed.1002158.

SATO, Renato Cesar; ZOUAIN, Désirée Moraes - Markov Models in health care. **Einstein (São Paulo)**. . ISSN 2317-6385. 8:3 (2010) 376–379. doi: 10.1590/s1679-45082010rb1567.

SAXENA, Akshar *et al.* - Modelling the impact of a tax on sweetened beverages in the Philippines: An extended cost–effectiveness analysis. **Bulletin of the World Health Organization**. . ISSN 15640604. 97:2 (2019) 97–107. doi: 10.2471/BLT.18.219980.

SCARBOROUGH, Peter *et al.* - Impact of the announcement and implementation of the UK Soft Drinks Industry Levy on sugar content, price, product size and number of available soft drinks in the UK, 2015-19: A controlled interrupted time series analysis. **PLOS Medicine**. . ISSN 1549-1676. 17:2 (2020) e1003025. doi: 10.1371/journal.pmed.1003025.

SCHULZE, Matthias B. *et al.* - Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. **Jama**. . ISSN 0098-7484. 292:8 (2004) 927–934. doi: 10.1001/jama.292.8.927.

SHARMA, Anurag *et al.* - The effects of taxing sugar-sweetened beverages across different income groups. **Health Economics**. 23:9 (2014) 1159–1184. doi: 10.1002/hec.3070.

SINGH, Gitanjali M. *et al.* - Global, Regional, and National Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Fruit Juices, and Milk: A Systematic Assessment of Beverage Intake in 187 Countries. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 10:8 (2015) e0124845. doi: 10.1371/journal.pone.0124845.

SINGH, Gitanjali M. *et al.* - Estimated Global, Regional, and National Disease Burdens Related to Sugar-Sweetened Beverage Consumption in 2010. Boston. 132:8 (2016) 639–666. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010636.Estimated.

SMITH, Travis A.; LIN, Biing-Hwan; LEE, Jong-Ying - Taxing Caloric Sweetened Beverages: Potential Effects on Beverage Consumption, Calorie Intake, and Obesity. **SSRN Electronic Journal**. . ISSN 1556-5068. 2010). doi: 10.2139/ssrn.2118636.

STATISTICS CANADA - Table 13-10-0096-07 Diabetes, by age group. 2017).

SUNG, Hyuna *et al.* - Global patterns in excess body weight and the associated cancer burden. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**. . ISSN 0007-9235. 69:2 (2018) 88:112. doi: 10.3322/caac.21499.

TAMIR, Orly *et al.* - Taxation of sugar sweetened beverages and unhealthy foods: a qualitative study of key opinion leaders' views. **Israel Journal of Health Policy Research**. 7:1 (2018) 43. doi: 10.1186/S13584-018-0240-1.

TAYLOR, Catrice - **An Almost Ideal Demand System Analysis of Orange and Grapefruit Beverage Consumption in the United States Recommended Citation** [Em linha]. [S.l.] : Clemson University, 2014 [Consult. 22 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://tigerprints.clemson.edu/all_theses>.

TENG, Andrea M. *et al.* - Impact of sugar-sweetened beverage taxes on purchases and dietary intake: Systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**. . ISSN 1467789X. 20:9 (2019) 1187–1204. doi: 10.1111/obr.12868.

THE GBD 2015 OBESITY COLLABORATORS - Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. **New England Journal of Medicine**. . ISSN 0028-4793. 377:1 (2017) 13–27. doi: 10.1056/NEJMoa1614362.

TREMMELE, Maximilian *et al.* - Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 14:4 (2017) 435. doi: 10.3390/ijerph14040435.

TREMMELE, Maximilian *et al.* - Economic burden of obesity: A systematic literature review.

International Journal of Environmental Research and Public Health. . ISSN 16604601. 14:4 (2017). doi: 10.3390/ijerph14040435.

VARIAN, Hal R. - **Microeconomia: Uma abordagem moderna**. 8° ed. [S.l.] : Elsevier, 2012. ISBN 8535238980.

VARTANIAN, Lenny R.; SCHWARTZ, Marlene B.; BROWNELL, Kelly D. - Effects of soft drink consumption on nutrition and health: A systematic review and meta-analysis. **American Journal of Public Health**. . ISSN 00900036. 97:4 (2007) 667–675. doi: 10.2105/AJPH.2005.083782.

VEERMAN, J. Lennert *et al.* - The Impact of a Tax on Sugar-Sweetened Beverages on Health and Health Care Costs: A Modelling Study. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 11:4 (2016) e0151460. doi: 10.1371/journal.pone.0151460.

WANG, Y. Claire - **The Potential Impact of Sugar-Sweetened Beverage Taxes in New York State A Report to the NYC Department of Health & Mental Hygiene** [Em linha]. Nova Iorque : Universidade de Columbia, 2010 Disponível em WWW:<URL:http://www.columbia.edu/~ycw2102/SSB_tax_brief_Wang_2010_06_21_Final_.pdf>.

WANG, Y. Claire *et al.* - A penny-per-ounce tax on sugar-sweetened beverages would cut health and cost burdens of diabetes. **Health Affairs**. . ISSN 02782715. 31:1 (2012) 199–207. doi: 10.1377/hlthaff.2011.0410.

WATERLANDER, Wilma Elzeline; MHURCHU, Cliona Ni; STEENHUIS, Ingrid H. M. - Effects of a price increase on purchases of sugar sweetened beverages. Results from a randomized controlled trial. **Appetite**. . ISSN 0195-6663. 2014). doi: 10.1016/j.appet.2014.03.012.

WATERLANDER, Wilma Elzeline; NI MHURCHU, Cliona; STEENHUIS, Ingrid H. M. - Effects of a price increase on purchases of sugar sweetened beverages. Results from a randomized controlled trial. **Appetite**. . ISSN 10958304. 78:2014) 32–39. doi: 10.1016/j.appet.2014.03.012.

WHO - **WHO Report on the Global Tobacco Epidemic 2015: Raising Taxes on Tobacco** [Em linha]. Genebra : [s.n.] [Consult. 13 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3k80DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sucess+tabacco+tax&ots=Ec33S-6Jor&sig=cKgQc-f2BTejeGu3HmdrGPZAA4o#v=onepage&q=sucess+tabacco>>

tax&f=false>.

WHO - **Taxes on sugary drinks: Why do it?** Genebra : [s.n.]

WORLD CANCER RESEARCH FUND INTERNATIONAL - **Use economic tools to address food affordability and purchase incentives This** [Em linha]. Londres : [s.n.] [Consult. 8 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.wcrf.org/sites/default/files/U_Use-Economic-Tools.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANISATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE - **Using price policies to promote healthier diets** [Em linha]. Copenhagen : [s.n.] [Consult. 5 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/273662/Using-price-policies-to-promote-healthier-diets.pdf?ua=1>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. - **Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation.** [Em linha]. 1º ed. Geneva : World Health Organization, 2000 [Consult. 29 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/>. ISBN 9789241208949.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - **Fiscal policies for diet and the prevention of noncomm Technical Meeting Report 5–6 May 2015unicable diseases.** Genebra : World Health Organization, 2016

WORLD HEALTH ORGANIZATION - **Guideline: Sugars intake for adults and children.** Genebra, Suíça : [s.n.]

XI, Bo *et al.* - Sugar-sweetened beverages and risk of hypertension and CVD: A dose-response meta-analysis. **British Journal of Nutrition.** . ISSN 14752662. 113:5 (2015) 709–717. doi: 10.1017/S0007114514004383.

YANG, Zhou; ZHANG, Ning - The burden of overweight and obesity on long-term care and medicaid financing. **Medical Care.** . ISSN 15371948. 52:7 (2014) 658–663. doi: 10.1097/MLR.0000000000000154.

ZHEN, Chen; BRSETTE, Ian F.; RUFF, Ryan Richard - By once or by calorie: The differential effects of a alternative sugar-sweetened beverage tax strategies. **American Journal of Agricultural Economics.** 96:4 (2014) 1070–1083. doi: 10.1093/ajae/aau052.

Apêndices

Apêndice 1 – Resultados dos Testes Realizados para Elasticidade-Preço da Demanda

Código R	Saída R	Descrição
Condição de Adição		
<code>all.equal(sum(coef(est)\$alpha),1)</code>	TRUE	O Código testa se a soma dos coeficientes alpha (Equação 13) é igual a 1.
<code>all.equal(sum(coef(est)\$beta),0)</code>	TRUE	O Código testa se a soma dos coeficientes beta (Equação 13) é igual a zero.
<code>all.equal(colSums(coef(est)\$gamma), rep(0, 16), check.attributes = FALSE)</code>	TRUE	O Código testa se a soma dos coeficientes gamma (Equação 13) é igual a zero ao longo das colunas.
Condição de Simetria		
<code>isSymmetric(coef(est)\$gamma), tol = 1e-10, check.attributes = FALSE)</code>	TRUE	Função genérica para testar se um objeto (neste caso uma matriz) é simétrica.
Condição de Homogeneidade		
<code>all.equal(rowSums(coef(est)\$gamma), rep(0,16), check.attributes = FALSE)</code>	TRUE	O Código testa se as linhas das estimações para gamma (para um mesmo item) somam zero.
Condição de Monotonicidade		
<code>aidsMono(priceNames = price, totExpName = "X", coef = coef(est), data = data_4, priceIndex = "Ls", baseShares = est\$baseSharea)</code>	<i>Checking the monotonicity condition of an Linear Aproximate Almost Ideal Demand System (LA-AIDS) – Monotonicity is fulfilled at 30 out of 30 observations (100%).</i>	Verifica se a função de despesa possui um aumento monotônico de preços.

Tabela Suplementar 1. Resultados dos testes realizados em R, para as condições de um sistema de demanda quase ideal.

Apêndice 2 – Resultado da Variação de Incidência, Prevalência e Mortalidade da Diabetes tipo 2 após a Introdução do tributo

Sexo	Faixa Etária	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Masculino	18-24	-0,0009	-0,0016	-0,0021	-0,0024	-0,0013
Masculino	25-29	-0,0005	-0,0010	-0,0015	-0,0019	-0,0012
Masculino	30-34	-0,0006	-0,0018	-0,0034	-0,0055	-0,0041
Masculino	35-39	-0,0023	-0,0043	-0,0060	-0,0075	-0,0048
Masculino	40-44	-0,0019	-0,0041	-0,0062	-0,0083	-0,0058
Masculino	45-49	-0,0024	-0,0053	-0,0087	-0,0124	-0,0095
Masculino	50-54	-0,0036	-0,0074	-0,0108	-0,0139	-0,0096
Masculino	55-59	-0,0034	-0,0060	-0,0075	-0,0080	-0,0045
Masculino	60-64	-0,0010	-0,0024	-0,0037	-0,0051	-0,0040
Masculino	65-69	-0,0012	-0,0028	-0,0041	-0,0055	-0,0039
Masculino	70-74	-0,0014	-0,0022	-0,0026	-0,0024	-0,0010
Masculino	75-79	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0001
Masculino	80+	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
Feminino	18-24	0,000	-0,001	-0,002	-0,003	-0,005
Feminino	25-29	-0,001	-0,003	-0,004	-0,005	-0,005
Feminino	30-34	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
Feminino	35-39	0,000	-0,001	-0,001	-0,002	-0,002
Feminino	40-44	-0,001	-0,001	-0,002	-0,003	-0,004
Feminino	45-49	-0,001	-0,002	-0,003	-0,004	-0,005
Feminino	50-54	-0,001	-0,003	-0,005	-0,007	-0,010
Feminino	55-59	-0,003	-0,006	-0,008	-0,011	-0,014
Feminino	60-64	-0,004	-0,006	-0,007	-0,007	-0,007
Feminino	65-69	-0,002	-0,002	-0,003	-0,004	-0,005
Feminino	70-74	-0,002	-0,002	-0,003	-0,004	-0,004
Feminino	75-79	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002	-0,001
Feminino	80+	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001

Tabela Suplementar 2. Variação da taxa de incidência após introdução da tributação, ano a ano, por sexo e faixa etária.

Sexo	Faixa Etária	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Masculino	18-24	-0,0005	-0,0017	-0,0035	-0,0057	-0,0069
Masculino	25-29	-0,0003	-0,0010	-0,0022	-0,0039	-0,0048
Masculino	30-34	-0,0003	-0,0014	-0,0040	-0,0083	-0,0109
Masculino	35-39	-0,0011	-0,0042	-0,0091	-0,0153	-0,0187
Masculino	40-44	-0,0009	-0,0037	-0,0084	-0,0150	-0,0187
Masculino	45-49	-0,0010	-0,0043	-0,0102	-0,0189	-0,0240
Masculino	50-54	-0,0015	-0,0062	-0,0136	-0,0236	-0,0291
Masculino	55-59	-0,0013	-0,0050	-0,0101	-0,0159	-0,0189
Masculino	60-64	-0,0004	-0,0018	-0,0041	-0,0076	-0,0095
Masculino	65-69	-0,0005	-0,0019	-0,0044	-0,0078	-0,0097
Masculino	70-74	-0,0005	-0,0018	-0,0036	-0,0053	-0,0062
Masculino	75-79	0,0000	-0,0002	-0,0003	-0,0005	-0,0005
Masculino	80+	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0002	-0,0002
Feminino	18-24	0,000	-0,001	-0,002	-0,004	-0,006
Feminino	25-29	-0,001	-0,003	-0,006	-0,010	-0,013
Feminino	30-34	0,000	-0,002	-0,003	-0,005	-0,006
Feminino	35-39	0,000	-0,001	-0,002	-0,003	-0,004
Feminino	40-44	0,000	-0,001	-0,003	-0,006	-0,007
Feminino	45-49	-0,001	-0,002	-0,004	-0,007	-0,009
Feminino	50-54	-0,001	-0,002	-0,006	-0,011	-0,014
Feminino	55-59	-0,001	-0,005	-0,010	-0,017	-0,021
Feminino	60-64	-0,002	-0,005	-0,010	-0,015	-0,018
Feminino	65-69	-0,001	-0,002	-0,004	-0,007	-0,008
Feminino	70-74	-0,001	-0,002	-0,004	-0,006	-0,007
Feminino	75-79	0,000	-0,001	-0,003	-0,004	-0,004
Feminino	80+	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,002

Tabela Suplementar 3. Variação da taxa de prevalência após introdução da tributação, ano a ano, por sexo e faixa etária.

Sexo	Faixa Etária	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Masculino	18-24	0,00000	-0,00001	-0,00003	-0,00004	-0,00008
Masculino	25-29	0,00000	-0,00001	-0,00002	-0,00003	-0,00006
Masculino	30-34	0,00000	-0,00001	-0,00003	-0,00007	-0,00012
Masculino	35-39	-0,00001	-0,00004	-0,00008	-0,00012	-0,00025
Masculino	40-44	-0,00001	-0,00003	-0,00007	-0,00013	-0,00024
Masculino	45-49	-0,00001	-0,00005	-0,00012	-0,00024	-0,00043
Masculino	50-54	-0,00002	-0,00010	-0,00023	-0,00043	-0,00079
Masculino	55-59	-0,00003	-0,00010	-0,00018	-0,00024	-0,00055
Masculino	60-64	0,00000	-0,00001	-0,00004	-0,00007	-0,00012
Masculino	65-69	0,00000	-0,00002	-0,00006	-0,00011	-0,00019
Masculino	70-74	-0,00001	-0,00003	-0,00007	-0,00011	-0,00022
Masculino	75-79	0,00000	0,00000	-0,00001	-0,00001	-0,00002
Masculino	80+	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Feminino	18-24	0,000000	-0,000002	-0,000006	-0,000015	-0,000023
Feminino	25-29	-0,000003	-0,000011	-0,000025	-0,000045	-0,000084
Feminino	30-34	-0,000002	-0,000009	-0,000019	-0,000031	-0,000061
Feminino	35-39	-0,000001	-0,000004	-0,000009	-0,000016	-0,000030
Feminino	40-44	-0,000002	-0,000007	-0,000018	-0,000036	-0,000063
Feminino	45-49	-0,000004	-0,000016	-0,000036	-0,000067	-0,000123
Feminino	50-54	-0,000006	-0,000028	-0,000074	-0,000153	-0,000262
Feminino	55-59	-0,000019	-0,000069	-0,000139	-0,000224	-0,000457
Feminino	60-64	-0,000019	-0,000067	-0,000134	-0,000217	-0,000442
Feminino	65-69	-0,000010	-0,000039	-0,000087	-0,000157	-0,000301
Feminino	70-74	-0,000016	-0,000059	-0,000127	-0,000222	-0,000440
Feminino	75-79	-0,000020	-0,000060	-0,000094	-0,000107	-0,000293
Feminino	80+	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabela Suplementar 4. Variação da taxa de mortalidade após introdução da tributação, ano a ano, por sexo e faixa etária.